



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

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

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

28-29 квітня
Київ 2021

УДК 66
ББК 35.11я43
Р 43

Збірник тез доповідей ХХ міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (28-29 квітня 2021 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 240 с

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

**"РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ"**

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту
технічної теплофізики
НАН України
Протокол № 5
від 23 березня 2021 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 20
від 16 квітня 2021 р.

Тези опубліковано за авторською редакцією.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Снежкін Ю. Ф.** академік, д.т.н., директор Інституту технічної теплофізики НАН України, голова програмного комітету конференції
- Корнієнко Я. М.** д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, заступник голови програмного комітету конференції
- Киричок П.О.** д.т.н, проф., директор Видавничо-поліграфічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- Льєнко Б. К.** к.т.н., Вчений секретар Інституту Газу НАН України
- Сергієнко Р.В.** к.т.н., Вчений секретар Інституту Інституту технічної теплофізики НАН України
- Корінчук Д. М.** к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України
- Коник А.В.** к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України
- Собченко В.В.** к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту Газу НАН України
- Какубава Реваз (Івері) В.** д.т.н., професор Грузинського технічного університету
- Надейко О.В.** Начальник головного управління перспективного розвитку Білоруського державного концерну по нафті і хімії

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

СЕКЦІЯ 1

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

QUALITY EVALUATION OF WORKING ROTARY CUP DISPERSATOR

Liubeka A., Kornienko Y., Haidai S.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** To implement the mechanism of layer-by-layer granulation, it is necessary to ensure uniform distribution of the liquid phase in the fluidized bed. The introduction of the liquid phase into the middle of the fluidized bed using a conical-type rotary bowl disperser with a perforated surface allows to significantly increase the volume of the irrigation zone while moving the wet granules from the disperser bowl outwards, which eliminates the risk of agglomerate formation in the surface.*

Key words: BOWL ROTARY DISPERSANT, INHOMOGENEOUS FLUIDIZATION, DISTRIBUTION.

ОЦІНКА ЯКОСТІ РОБОТИ ЧАШОВОГО РОТАЦІЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА

Любека А., Корнієнко Я., Гайдай С.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Для реалізації механізму пошарової грануляції необхідно забезпечити рівномірне розподілення рідкої фази в псевдозрідженому шарі. Введення рідкої фази в середину псевдозрідженого шару із застосуванням чашового ротаційного диспергатора конічного типу з перфорованою поверхнею дозволяє суттєво збільшити об'єм зони зрошення з одночасним*

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
переміщенням зволжених гранул із чаши диспергатора назовні, що усуває ризики утворення агломератів та інтенсифікує оновлення поверхні контакту фаз в зоні зрошення.

Ключові слова: ЧАШОВИЙ РОТАЦІЙНИЙ ДИСПЕРГАТОР, НЕОДНОРІДНЕ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ, РОЗПОДІЛЕННЯ.

In the context of the global food crisis, there is an urgent problem of increasing soil fertility. It is known that an effective method of solving this problem is the introduction of humic-organo-mineral fertilizers with a layered structure. The authors [1] proposed a method of granulation of fertilizers in a fluidized bed. To make a heterogeneous mixture in the fluidized bed, use a rotary dispersant. One of the main factors of the effective process is the uniformity of the distribution of the liquid phase in the irrigation zone. Therefore, it is necessary to assess the quality of the liquid phase distribution.

The results of experimental studies of rotary dispersants, conducted according to the developed method on the experimental stand, (Figure 1).

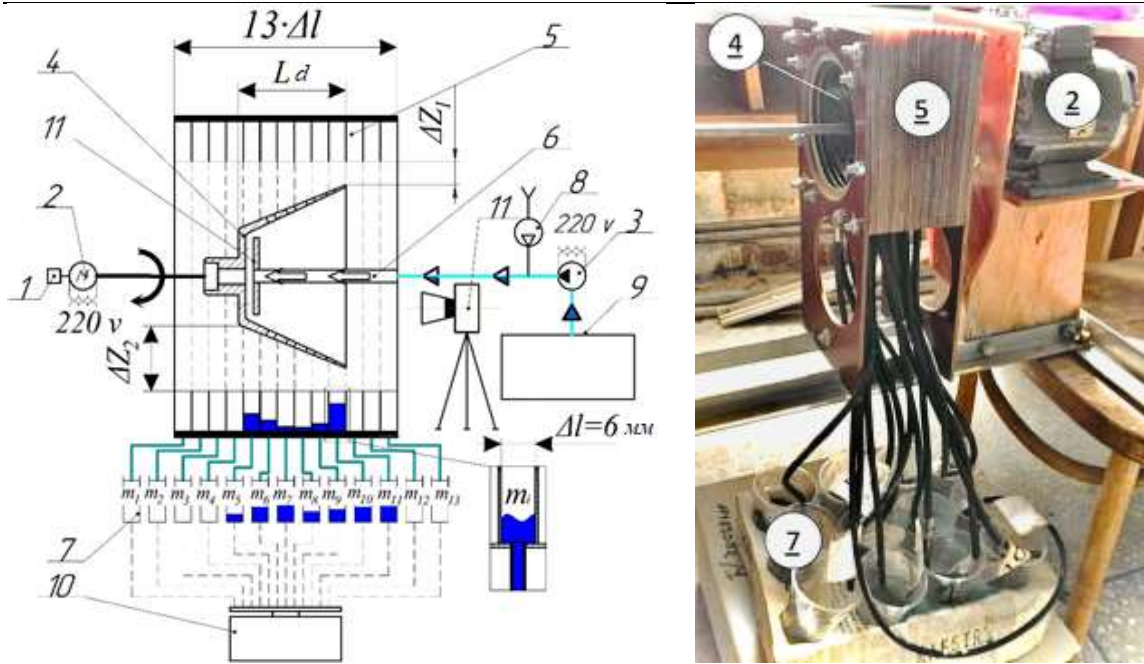
It is proposed to evaluate the quality of the uniformity of the liquid phase distribution along the geometric length of the rotary disperser according to the non-uniformity index

$i_s, (i_s \rightarrow 0)$:

$$i_{v(i)} = \left(1 - \frac{l_{1(i)}}{l_{2(i)}}\right)^2 \rightarrow i_s = \frac{\sum_i^k i_{v(i)}}{k} \quad (1)$$

where - $l_{1(i)}$ and $l_{2(i)}$, the linear size of the spray zone at different mass flow rates, for which the sum of mass fractions varies from 0 to 0,5 and from 0,5 to 1,0.

The first to be investigated was a bowl rotary disperser type 1 (Figure 2), made of stainless steel X18H10T with a polished surface. The average coefficient of perforation on the side surface of the zone «D₁» was 7,7 %.



a)

б)

1 - electronic frequency meter; 2 - electric motor; 3 - dosing pump;

4 - dispersant; 5 - liquid collection chamber; 6 - feed tube; 7 - measuring containers;

8 - compressor; 9 - capacity of model liquid; 10 - scales; 11 - camera

a - schematic representation of the stand; b - photo of the experimental stand

Figure 1 - Experimental stand

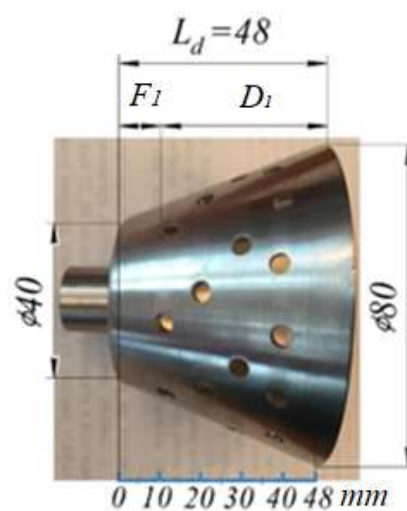


Figure 2 - Photo of a rotary bowl dispersant (type 1)

At certain values of the centrifugal Freud number on the smaller radius of the disperser bowl R_1 and the flow rate of the liquid phase on the inner surface of the disperser bowl, the movement of the second layer of liquid over the hydrodynamic viscous sublayer is observed.

This second layer of liquid is little affected by centrifugal force, which leads to the formation of liquid droplets of more than 300 microns in the outer base zone of irrigation.

It is proposed to evaluate the hydrodynamic mode of motion of the liquid phase by the film formation factor H_g in zone "F" under the action of centrifugal

$$H_g = Re_{\text{film(max)}} \cdot Fr_{\text{(min)}} \quad (2)$$

force:

where $Re_{\text{film(max)}}$ – the maximum value of the Reynolds film number; $Fr_{\text{(min)}}$ – the Freud number at a smaller radius of the disperser bowl R_1 .

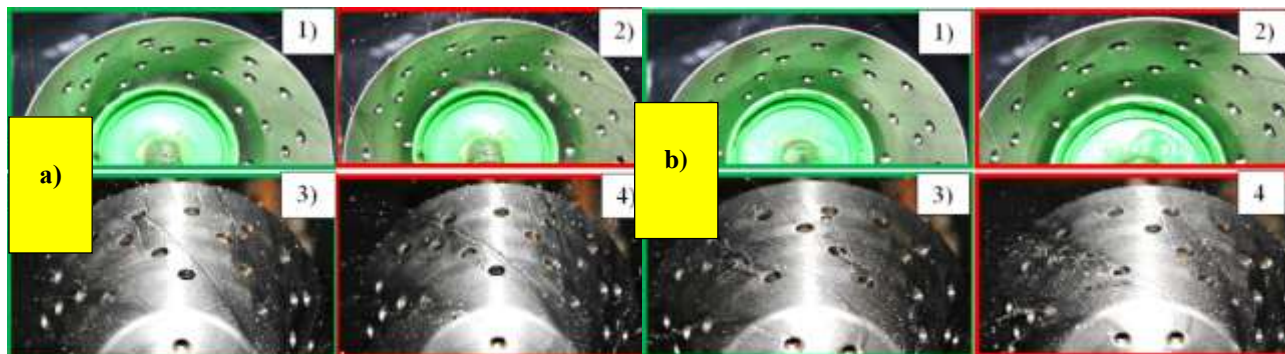
When changing the linear velocity of the larger edge of the dispersant $V_{\text{l(max)}}$ from 12,6 to 22,6 m/s and constant mass flow $G_1 = 12,6$ kg/h (volumetric irrigation density of the bowl surface $\Gamma_V = 3,71 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$) the single-layer mode of liquid movement is fixed

(Figure 3 (a1, b1 and c1)), in the range of parameter values $H_g = (2,24 \div 7,25) \cdot 10^4$

With an increase in mass costs by 2,1 times, $G_2 = 26,3$ kg/h ($\Gamma_V = 7,74 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$) i linear velocity by 1,8 times there was an increase in the parameter H_g to $(4,68 \div 15,1) \cdot 10^4$, but at the same time two-layer movement of liquid (figure 3 (a2, b2 and c2)), in a disperser bowl and growth of the sizes of drops to 350 microns and more is fixed. It is experimentally established that the linear velocity of the larger edge of the rotary dispersant, which has minimal negative impact on the kinetics of the process, is $V_1 = 17 \div 18$ m/s.

So under such conditions when $V_{\text{l(max)}} = 17,6$ m/s the value of the film formation factor is obtained $H_g = 4,37 \cdot 10^4$ (Figure 3 (b1, b3)), in which there is a single layer of fluid motion. but at values $V_{\text{l(max)}} = 12,6 \div 22,6$ m/s, on the outer

surface of the rotary bowl disperser liquid jets are formed, which move to the larger edge of the dispersant (Figure 3 (a4, b4 and c4)), which causes an increase in the non-uniformity index. i_s from 0,67 to 0,85.



$$H_g = 2,24 \cdot 10^4$$

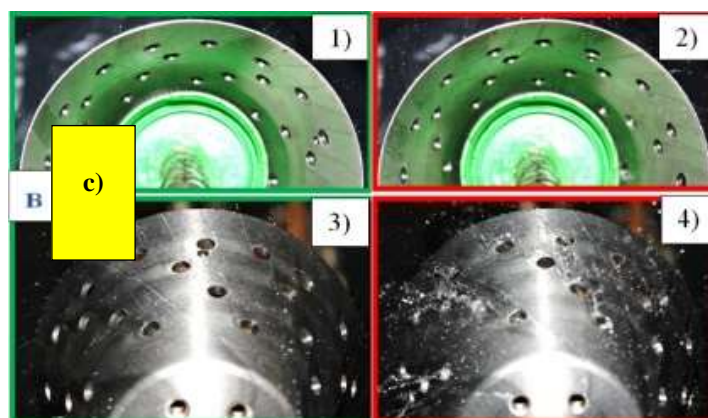
$$H_g = 4,68 \cdot 10^4$$

$$H_g = 4,37 \cdot 10^4$$

$$H_g = 9,14 \cdot 10^4$$

$$\text{a) } V_{I1(\max)} = 12,6 \text{ m/s}$$

$$\text{b) } V_{I2(\max)} = 17,6 \text{ m/s}$$



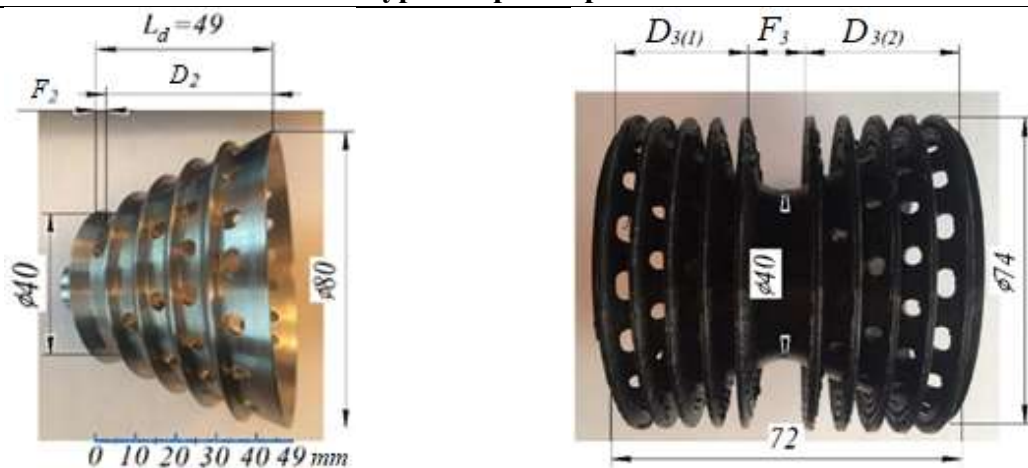
$$H_g = 7,25 \cdot 10^4$$

$$H_g = 15,1 \cdot 10^4$$

$$\text{c) } V_{I3(\max)} = 22,6 \text{ m/s}$$

Figure 3 - Photofixation of the distribution of the rotary dispersant (type 1)

The use of rotary bowl dispersants with baffle rings on the outer side surface (Figure 4), allowed to reduce by 10 times the non-uniformity index $i_s = 0,012 \div 0,018$.



a) Type 2

b) Type 3

Figure 4 - Designs of rotary bowl dispersants with baffle rings

The generalized results of researches of work of rotary bowl dispersants of three types are given in figure 5.

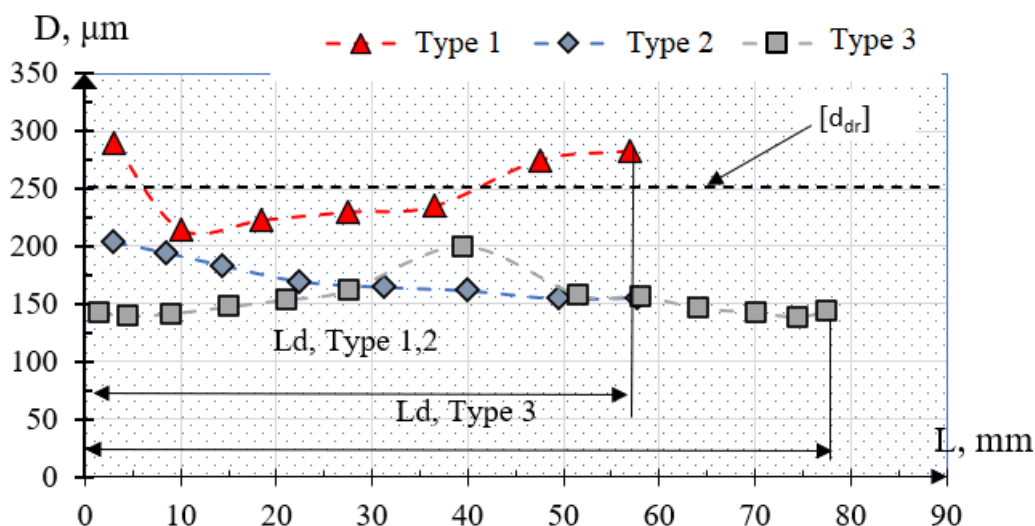


Figure 5 - Distribution of liquid droplet sizes along the length of the spray zone for rotary bowl dispersants type 1,2 and 3

According to the results of studies of rotary bowl dispersants at values $V_{l(max)} = 17,6$ m/s and $H_g = 4,37 \cdot 10^4$ (Figure 5), the increase of the irrigation zone for rotary bowl dispersants of type 1 and 2 in 5,5 times, and for type 3 - in 7,5 times in comparison with the rotary disk disperser (10 mm) is established.

The average droplet size in the spray zone does not exceed 300 μm and is 4 times smaller than when using a disk rotary dispersant.

Thus it is established that at value $H_g \leq 4,37 \cdot 10^4$, implemented single-layer model of the movement of the film inside the bowl of the rotary disperser, which provides a controlled droplet size $d_{dr} \leq 250 \mu\text{m}$. When you increase the parameter $H_g \geq 4,37 \cdot 10^4$ a two-layer motion model is implemented, which will increase the diameter of the droplets to 350 μm and more. During granulation, this droplet size leads to the formation of agglomerates and a decrease in the granulation coefficient.

1. The method of obtaining granular humic-organo-mineral fertilizers of stimulating action. / Y. M. Kornienko, S. S. Haidai, A. M. Liubeka, O. V. Martyniuk, // Chemical industry of Ukraine - 2015. - № 1. - P. 129-135.

2. Liubeka A. M. Granulation of multicomponent liquid systems in a fluidized bed: the Dissertation of the candidate of technical sciences: 05.17.08 / Igor Sikorsky «Kyiv Polytechnic Institute », 2021

KINETICS OF THE PROCESS OF MASS CRYSTALLIZATION OF SATURATED MULTI-COMPONENT AQUEOUS SOLUTIONS OF AMMONIUM SULPHATE

Ph.D student Hotskyi Y. H., associate professor, Ph.D Stepaniuk A. R., student Iatsiuk I.O., professor Ivanytskyi H.K.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT : *The kinetics of the process of evaporation of saturated aqueous solutions of ammonium sulfate with the addition of bone meal was determined. The main thermal parameters of the equilibrium evaporation process of 40%, 50% and 60% solutions of ammonium sulfate with bone meal in the ratio of 60/40 on dry components are established. The process of evaporation of the droplet on the surface with a temperature $T_s = 95$ ° C occurs at a temperature of 80 ° C, which corresponds to the temperature of a wet bulb thermometer.*

KEY WORDS: KINETICS, EVAPORATION, AMMONIUM SULFATE, BONE MEAL, MASS CRYSTALLIZATION

АНОТАЦІЯ.

Визначено кінетику процесу випаровування насичених водних розчинів сульфату амонію з додаванням кістяного борошна. Встановлено основні теплові параметри проведення процесу рівноважного випаровування 40%, 50% та 60% розчинів сульфату амонію з кістяним борошном у співвідношенні 60/40 по сухим компонентам. Процес випаровування краплини на поверхні з температурою $T_s = 95$ °C відбувається при температурі 80 °C, яка відповідає температурі мокрого термометра.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КІНЕТИКА, ВИПАРОВУВАННЯ, СУЛЬФАТ АМОНІЮ, КІСТЯНЕ БОРОШНО, МАСОВА КРИСТАЛІЗАЦІЯ

The formation of solid composite granular materials with a multilayer structure and uniform distribution of impurities is quite effective using the method

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
of isothermal mass crystallization. Moreover, the process occurs due to dehydration of the solution with subsequent crystallization on the surface of the solid particle.

The driving force of the process is the difference in the concentrations of the solute depends on the rate of reaching the state of supersaturation of the liquid system. The supersaturation of the system occurs when the solvent is removed from the solution by evaporation. Therefore, the process of evaporation of the solvent has a major impact on the intensity of the process of mass crystallization from solution [1].

In previous studies, it was found that the process of mass crystallization of many substances significantly depends on the available impurities. In the case of multicomponent liquid solutions or suspensions, which contain not only soluble impurities but also insoluble suspended components can significantly complicate the process of forming a granular product, so to prevent this it is necessary to determine the kinetics of evaporation of multicomponent liquid mixtures on heated surfaces. ensuring the quality structure of the granular material [2].

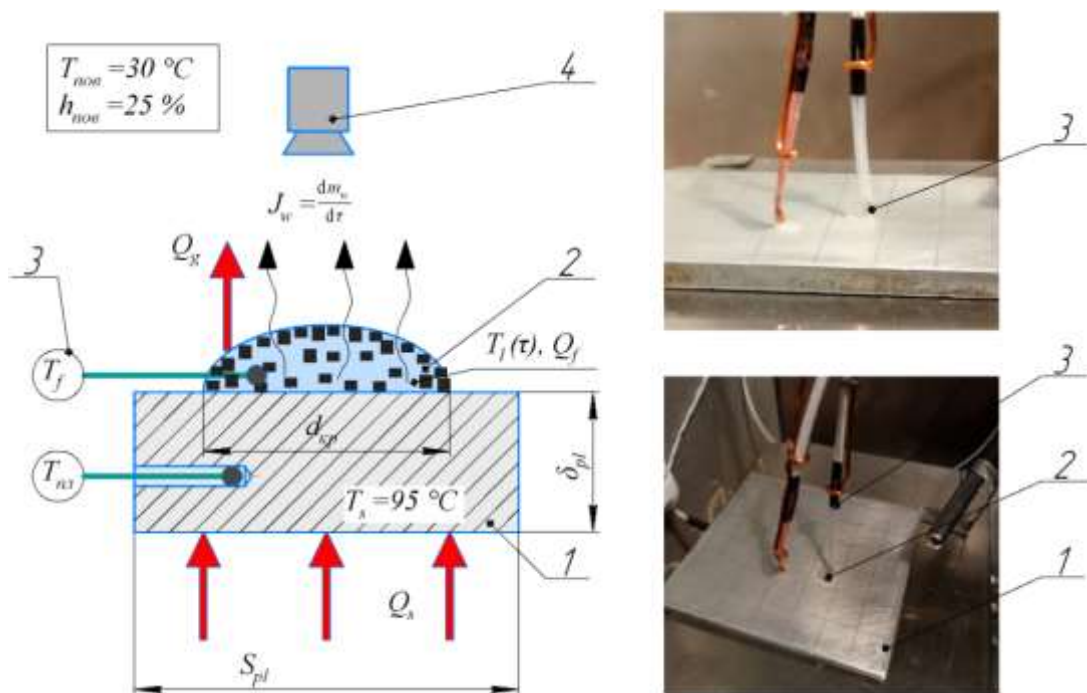
The intensity of the evaporation process is the main parameter that affects the structure of the obtained granular material. Thus, at high evaporation rates, the porosity of the obtained material decreases, which in turn determines the strength and homogeneity of the granules. [3].

During the experiment, ammonium sulfate obtained by the coke-chemical method, bone meal obtained from food industry waste were used. When analyzing the resulting solution, it was found that the liquid mixture is a suspension, and (KB) is distributed in the liquid phase in the form of suspended particles. An experimental study of the kinetics of the evaporation process was performed on the installation shown in the figure 1.

The experiment was performed on an installation consisting of a voltage converter LATR -1, a heating element, a metal plate, thermocouples and an Arduino Uno R3 microcontroller. Compact thermistors NTC 3950 100, with a

nominal resistance of 100 kΩ at a temperature of 25 ° C, the dimensions of the sensor 1.4 × 0.8 mm were used to read the temperature from the drop.

The data obtained from the thermistors via the Arduino Uno R3 microcontroller were transferred to a PC, where with the help of Microsoft Excel further processing of the results, the scheme of the experiment and the experimental setup are shown in Figure 1.



1 - metal plate; 2 - drop; 3 - temperature sensor; 4 - camera; Q_g , Q_p – amount of heat from air and surface, W; J_w – evaporation flow rate, kg / s; $c(\tau)$ – concentration of solid matter in solution, kg s/ kg sol; $T_l(\tau)$, T_s – droplet and surface temperature, °C; δ_{pl} – thickness of the surface, m

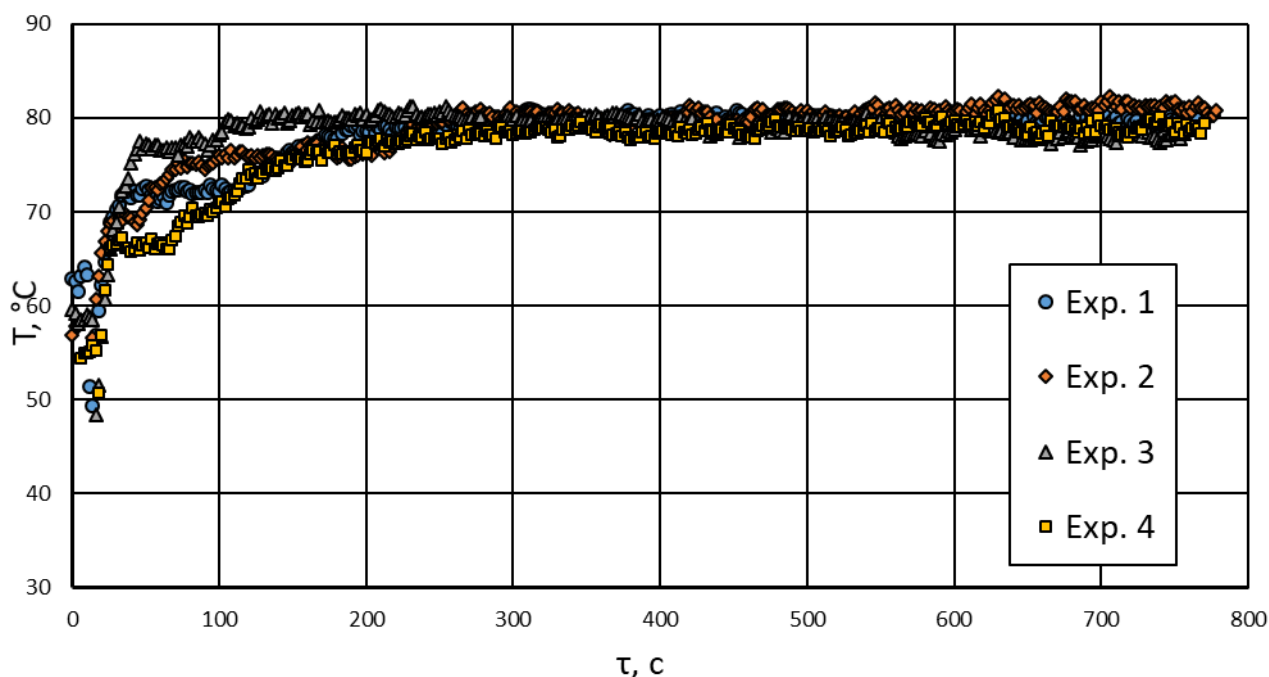
Figure 1 – Experimental setup and scheme of research on the kinetics of the evaporation of solutions of ammonium sulfate with the addition of bone meal

The results of the kinetics of the evaporation process are shown in the following Figure 2. On the thermograms there is a rapid drop in temperature to 50 – 55 ° C. The heat flow from the plate goes to heat the solution with an initial

temperature $T_0 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, in contact with the heated surface there is a rapid increasing of temperature to values $T = 72\text{--}80 \text{ }^\circ\text{C}$, Figure 2.

At this stage, all the heat coming from the heated surface is heated from the initial temperature to the temperature T_s , which is equal to the temperature of the wet bulb thermometer [4]. This period of dehydration is called the period of heating of the drop, the total duration of this period is insignificant in comparison with the total drying time, according to the obtained data is approximately 30 – 50 s, (Figure 2).

The intensity of this process is explained by the relatively large useful temperature difference $\Delta T = 55 \text{ }^\circ\text{C}$, large heat transfer surface and high heat transfer coefficient, due to the lack of heat transfer resistance and mass transfer of the evaporation rate, Figure 2.



$T_{\text{III}} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{поб}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$; $h_{\text{поб}} = \text{const} = 30 \%$; Experiment 1: Water - 60%;
AS - 24%; BM - 16%; Experiment 2: Water - 50%; AS - 30%; BM - 20%;
Experiment 3: Water - 40%; AS - 36%; BM - 24%; Experiment 4: Water - 60%;
AS - 32%; BM - 8%;

Figure 2 - Thermograms of the dehydration process of 40%, 50% and 60% aqueous solution of ammonium sulfate with bone meal

When the temperature reaches the level of 72 - 74 ° C, the temperature of the drop becomes constant. This phenomenon is explained by the evaporation process takes place at a constant temperature, which is numerically equal to the temperature of the wet bulb thermometer (equilibrium temperature), which became during this period ($T_1 = const$). This period is called the period of equilibrium evaporation. During this period, there is an intensive removal of moisture (solvent) from the surface and the internal volume of the droplet, as a result of which the concentration of solute in the liquid phase continuously increases $c_s(\tau)$. Since the working solution has a high content of ammonium sulfate, the average concentration of $c_s(\tau)$ quickly reaches the concentration of supersaturation of c_{sat} , begins the formation of centers of crystallization of ammonium sulfate and their growth in the liquid phase. The intensity of the evaporation process decreases with increasing diffusion resistance to the mass flow of solvent vapor through the layer of microcrystals of ammonium sulfate.

Conclusions. The kinetics of the process of evaporation of saturated aqueous solutions of ammonium sulfate with the addition of bone meal with different ratios of dry components on heated surfaces consists of two periods: heating from the initial temperature $T_1 = T_0$ to equilibrium temperature T_{eq} , which for 40%, 50% and 60% solutions $T_{eq} = 80$ ° C and the period of equilibrium evaporation, which occurs at a constant temperature T_{eq} , which is equal to the temperature of the wet bulb thermometer.

Перелік посилань:

1. Корнієнко, Я. М., Сачок, Р. В., Гайдай, С. С., Мартинюк, О. В., Куріньовський, О. В., Любека, А. М. Кінетика процесу створення органічно-мінерально-гумінових добрив. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2015. Вип. 47, Т. 1, с. 167-170.
2. Корнієнко Я.М., Мартинюк О.В. Ізотермічна кристалізація сульфату амонію з органічними домішками // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2011. Т. 8, № 2. С. 16–19.

3. Tsotsas, E. On the combination of particle formation and drying kinetics. In: Proceedings of the 3-rd European Drying Conference. 2011. pp. 26-28.

4. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Оптимизация процессов распылительной сушки. – Киев: Наук. думка. – 1984. – 240 с.

TECHNOLOGICAL RESEARCH OF BIOGRANULES ON THE BASIS OF PEAT AND SLUDGE

Academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences

Zhanna Petrova, graduate student Yuliia Novikova, graduate student Anton Petrov

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Abstract. The paper presents studies of technological properties of biogranules based on peat, silt deposits.

Key words: PEAT, SLUDGE.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОГРАНУЛ НА ОСНОВІ ТОРФУ ТА МУЛОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ

академік УАН, д.т.н. Петрова Ж.О., аспірантка Новікова Ю.П.,

аспірант Петров А.І.

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Анотація. У роботі наведені дослідження технологічних властивостей біогранул на основі торфу, мулових відкладень.

Ключові слова: ТОРФ, МУЛОВІ ВІДКЛАДЕННЯ.

Peat from the Chernihivtorf deposit (Chernihiv), the floodplains of Irpen, and sludge were used to create biogranules. The compositions to which peat from the Chernihiv deposit was added were easily mixed, in comparison with the compositions to which peat from the floodplain of Irpen was added. The compositions were mixed in 3 ratios. The formation of biogranules was performed on a hydraulic press. Biogranules were soft and slippery in various structures, as well as hard and brittle [1].

After granulation, the biogranules were subjected to drying on a convective drying stand, which allows heat treatment of biogranules at a drying agent temperature of 30 – 150 °C and a speed of 0.5 – 5 m/s [2].

Biogranules were investigated by determining the ash content and humidity. Peat from the Chernihivtorf deposit has technological characteristics, moisture 75.1% and ash content 14.1%; peat from the floodplain of Irpen – moisture 55.13% and ash content 47.3%; sludge – moisture 63.1% and ash content 47.3%. Peat from the floodplain of Irpen belongs to the lowlands so it has high ash content due to the application of river sand.

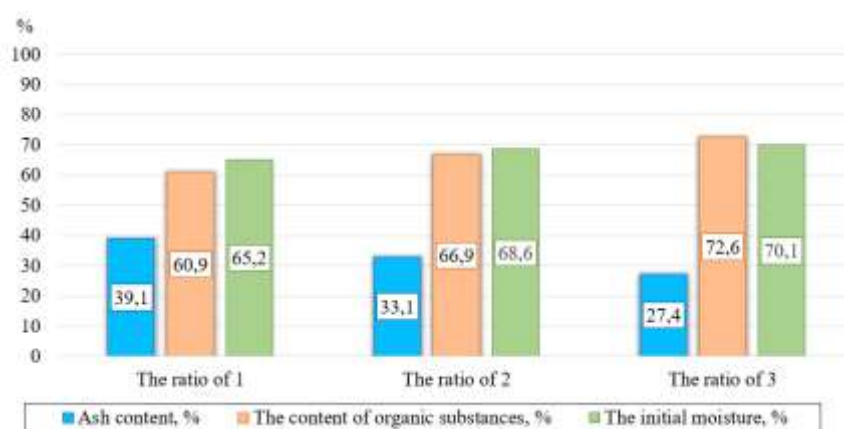


Fig. 1. Technological characteristics of biogranules with peat from the field of Chernihiv

Figure 1 shows that the addition of peat from the Chernihiv field reduces ash content and increases the content of organic matter. The lowest ash content in the third ratio.

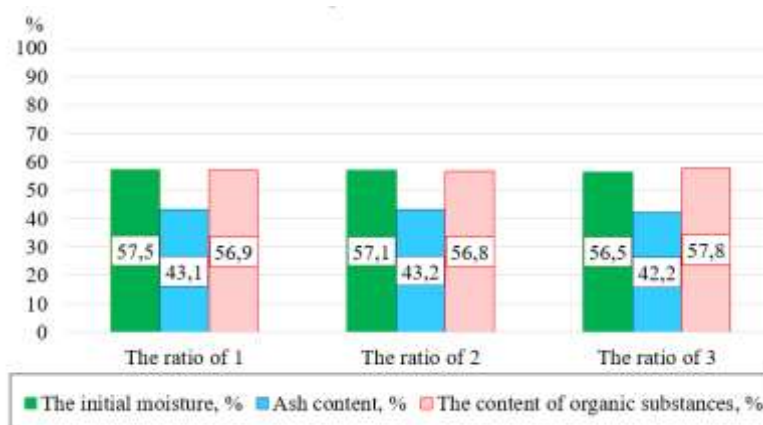


Fig. 2. Technological characteristics of biogranules with peat from the floodplain of Irpen

Peat from the floodplain of Irpen has higher ash content than from the field of Chernihiv. Therefore, as can be seen from Figure 2, all the formed ratios have excessive ash content.

During the study of technological characteristics of biogranules it was determined that peat from the floodplain of Irpen has excessive ash content, which is not allowed for burning and use for fertilizers, so for further work used peat from SE "Chernigivtorf".

References:

1. Petrova, Z.; & Novikova, Y. (2021). Preparation of raw materials, creation of compositions and granulation from obsolete sludge, peat and biomass. *Ceramics: science and life*, 1(50), 14-18.
2. Petrova, Z.A.; Slobodyanyuk, E.S. (2019). Energy-Efficient Modes of Drying of Colloidal Capillary-Porous Materials. *J Eng Phys Thermophy* 92, 1231–1238.

OVERVIEW OF EXISTING RESEARCHES OF THE PROCESS OF DRYING PURPLE CABBAGE

Dr. Tech. Sc., Chief Researcher Petrova Zh., PhD, Researcher Slobodianiuk K.,
postgraduate Grakov O., postgraduate Vishnevsky V.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Abstract. Proven relevance and adduce existing some foreign studies of the processes of drying and processing of purple cabbage are substantiated. The advantages and disadvantages revealed during the acquaintance with scientific articles and Internet resources are analyzed. The expediency of conducting studies of convective drying of violet cabbage in order to expand the range of existing data has been established.

Keywords: PURPLE CABBAGE, CONVECTIVE DRYING, SUBLIMATION, ENERGY EFFICIENCY, HEAT AND MASS TRANSFER.

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ФІОЛЕТОВОЇ КАПУСТИ

Д.т.н., гол.наук.співр. Петрова Ж.О., к.т.н., н.с. Слободянюк К.С.,
аспірант Граков О.П., аспірант Вишнівський В.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Аннотація. Обґрунтовано актуальність та представлені існуючі деякі закордонні дослідження процесів сушіння та переробки фіолетової капусти. Проаналізовано переваги та недоліки виявлені під час ознайомлення з науковими статтями та інтернет-ресурсами. Встановлено доцільність проведення досліджень конвективного сушіння фіолетової капусти з метою розширення спектру існуючих даних.

Ключові слова: ФІОЛЕТОВА КАПУСТА, КОНВЕКТИВНЕ СУШІННЯ, СУБЛІМАЦІЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕПЛОМАСООБМІН.

There are few studies in Ukraine on the drying of purple cabbage, the vast majority of studies related to dietary nutrition. Therefore, an analysis of the work of foreign scientists and production facilities in this direction was conducted.

Purple cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. forma *rubra*) is a thermolabile vegetable raw material, a source of antioxidants, and is an extremely valuable and popular object for drying abroad. Processing into a dried powder form, it is easy to store and use as an ingredient for further technological use.

For example, in China, companies such as Organic Herb Inc. and Hunan MT Health Inc. researches and processing (drying) for juice of purple cabbage on organic purple powder and reception of pigment of violet extract of cabbage are carried out [1, 2].

Brazilian scientists [3] by spray drying using various encapsulating agents, encapsulation of red cabbage extract has been developed.

The influence of drying methods on the content of dietary fiber in dried fruits and vegetables from non-toxic agricultural fields was researched at the Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology, Thanyaburi, Thailand.

Researchers have noted that sun drying in the tropics and subtropics of purple cabbage has an economic and environmental advantage [4]. However, it should be noted that it is extremely difficult with such a natural method to monitor biological processes in the material and changes in the microflora on the surface of the product.

From fig. 1 shows that the best color and appearance are preserved by freeze-drying. However, researchers [4] it is noted that the best are preserved of biologically active substances when dried with hot air (70°C) in the oven.



a

b

c

Fig. 1 Dried purple cabbage:

a – dried in the sun; *b* – freeze-drying; *c* – dried with hot air (70°C) in the oven

The vast majority of studies concern the processing of purple cabbage juice into anthocyanin powder or does not contain a wide range of data that would increase the energy efficiency of the drying process while fully preserving the nativeness of the raw material.

References:

1. Organic Herb Inc. Purple cabbage extract. Electronic resource: <http://ua.organic-powder.com/natural-colouring/purple-pigment/red-cabbage-extract.html>
2. Hunan MT Health Inc. Organic purple cabbage juice powder. Electronic resource: <http://m.ua.instant-black-tea.com/extract-powder/organic-purple-cabbage-juice-powder.html>
3. Anahi Bernstein & Caciano Pelayo Zapata Noreña. Encapsulation of Red Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L. f. rubra) Anthocyanins by Spray Drying using Different Encapsulating Agents. Brazilian archives of biology and technology Vol.58, n.6: pp. 944-952, November-December 2015 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132015060226>.
4. Lalita Siritattananon & Jiradech Maneerate. Effect of drying methods on dietary fiber content in dried fruit and vegetable from non-toxic agricultural field. International Journal of GEOMATE, Dec., 2016, Vol. 11, Issue 28, pp.2896-2900.

ADSORPTION PROPERTIES OF ANTIOXIDANT VEGETABLE POWDERS

Chief Researcher, Doctor of Engineering Zhanna Petrova,

Senior Research Fellow, Ph.D. Kateryna Samoilenko, Postgraduate Hrakov D.P.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Abstract. *One of the main technological properties of functional powders obtained from vegetable raw materials, equilibrium humidity is important. Because the final moisture content and energy costs for the dehydration process depend on this indicator. To determine the equilibrium humidity of the samples of combined powders, depending on the relative humidity, the tensometric (static) method of Van Barmelen was used. As a result of researches kinetic curves of adsorption of water vapor of antioxidant vegetable powders which were compared among themselves are received.*

Key words: ANTIOXIDANT VEGETABLE POWDERS; ADSORPTION; COLLOIDAL CAPILLARY-POROUS MATERIALS.

АДСОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АНТИОКСИДАНТНИХ РОСЛИННИХ ПОРОШКІВ

г.н.с., д.т.н. Петрова Ж.О., ст.н.с., к.т.н. Самойленко К.М.,

аспірант Граков Д.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація. *Однією із основних технологічних властивостей функціональних порошків, одержаних з рослинної сировини, важливе значення має рівноважна вологість. Оскільки від цього показника залежить кінцевий вологовміст та енергетичні затрати на процес зневоднення. Для визначення рівноважної вологості зразків комбінованих порошків залежно від відносної вологості повітря застосовувався тензометричний*

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
(статичний) метод Ван Бамелена. В результаті досліджень отримано кінетичні криві адсорбції водяної пари антиоксидантних рослинних порошків, які порівнювались між собою.

Ключові слова: АНТИОКСИДАНТНІ РОСЛИННІ ПОРОШКИ; АДСОРБЦІЯ; КОЛОЇДНІ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТІ МАТЕРІАЛИ.

The shelf life of food, as a rule, is determined based on commercial requirements, taking into account the time required for delivery of this product to the consumer, the temperature in the period from production to sale. A realistic estimate of shelf life can only be obtained from research and compliance with storage requirements. Storage conditions for research should reflect the temperature and humidity conditions in which these powders will be stored. For Ukraine, the room temperature is 22 - 25 °C, and the relative humidity for this temperature is 60 – 70 %. Therefore, the adsorption properties of antioxidant plant powders were investigated in order to select the optimal storage conditions.

To determine the equilibrium humidity of the samples of combined powders, depending on the relative humidity, the tensometric (static) method of Van Bamelena was used. The essence of the method is that the samples of material with a predetermined moisture content are kept in desiccators over aqueous solutions of sulfuric acid. The known concentration of solutions corresponds at a given temperature to a certain partial vapor pressure, ie the corresponding value of the relative pressure p/p_s [1,2].

Analysis of experimental data shows that the curves are the same. Within the investigated humidity, they are returned to convexity. For red beetroot at $\varphi = 0.4 - 0.6$ the equilibrium state is established for 10 - 14 days, at $\varphi = 0.7 - 0.8$ for 16 - 19 days. For red beetroot-lemon powder at $\varphi = 0,4 - 0,6$ the equilibrium state is established on 8 - 10 days, at $\varphi = 0,7 - 0,8$ on 18 - 19 days [2].

Based on the obtained experimental data on the equilibrium moisture content, water vapor adsorption isotherms of antioxidant functional powders were constructed (Fig. 1). Adsorption isotherms have the same character of these

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
isotherms; these materials are capillary-porous colloidal bodies and have the same forms of moisture binding (adsorption, capillary and osmotic).

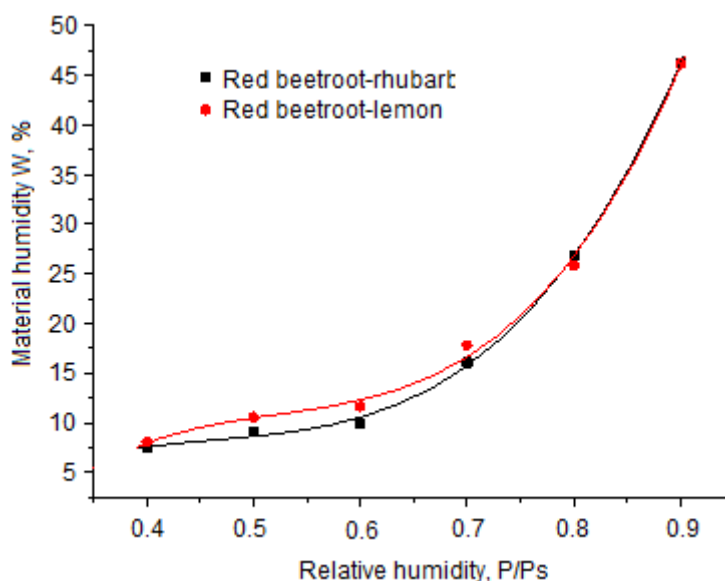


Fig. 1. Adsorption isotherms of water vapor of red beetroot-containing powders

When storing antioxidant composite powders in order to preserve their technological properties, it is recommended to maintain the following conditions in the room: humidity 60 – 70 % at a temperature of 20 - 25 °C and hermetically pack them.

Literature:

1. Petrova, Zh.O., Sniezhkin, Yu.F., Hetmaniuk, K.M. (2014) Doslidzhennya protsesiv adsorbtsiyi antyoksydantnykh roslynnykh poroshkiv [Investigation of adsorption processes of antioxidant plant powders]. *Scientific works of ONAHT*, 45 (2), 21- 25.
2. Petrova, Zh.O., Sniezhkin, Yu.F. (2018) Enerhoefektyvni teplotekhnolohiyi pererobky funktsional'noyi syrovyny [Energy efficient heat technologies for processing functional raw materials]. *Naukova dumka*, 187.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРУБКИ ВЕНТУРІ НА ЗМІНУ ТИСКУ В ANSYS FLUENT.

к.т.н. Макаренко А.А., пр.н.с., д.т.н. Авдєєва Л.Ю.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: Розглянуто можливості використання сучасних комп'ютерних технологій при дослідженні течії в закритих каналах різної геометрії. Наведені результати комп'ютерного моделювання гідродинаміки одно- і двофазної течії на різних відрізках сопла Вентурі при різних діаметрах горловини сопла і кута розкриття дифузору. Проаналізовано отримані залежності зміни тиску по осі сопла Вентурі.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ANSYS FLUENT, ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ, СОПЛО ВЕНТУРІ.

Abstract: Possibilities of using modern computer technologies in the research of the flow in the closed channels of various geometry are considered. The results of computer modeling of the hydrodynamics of single- and two-phase flow through different segments of the Venturi nozzle at different diameters of the nozzle neck and the angle of opening of the diffuser are presented. The obtained dependences of the pressure change along the axis of the Venturi nozzle are analyzed.

Keywords: COMPUTER SIMULATION, ANSYS FLUENT, HYDRODYNAMIC CAVITATION, VENTURI NOZZLE.

Велика вартість обладнання для фізичного експерименту і труднощі відтворення в лабораторних умовах складних гідродинамічних процесів призводять до необхідності використання методів їх моделювання. Для моделювання гідродинаміки одно- і двофазної течії в соплі Вентурі використано обчислювальний CFD пакет ANSYS Fluent, який дозволяє провести моделювання процесів, пов'язаних з рухом газів, рідин і їх сумішей при складних фізико-хімічних взаємодіях [1].

Для визначення геометричних параметрів, ми зосередили наш аналіз на зміні тиску в соплі Вентурі при різних діаметрах горловини сопла і кута розкриття дифузору. Показник тиску є важливим показником, що характеризує виникнення і розвиток гідродинамічної кавітації, витрат рідини і питомих витрат електроенергії [2].

Для всіх дослідних сопел зміна тиску на різних ділянках має наступний характер: різке падіння від початкового значення (P_0) в конфузори за рахунок зменшення площі поперечного перерізу і збільшення швидкості потоку (принцип Бернуллі), постійне по довжині горловини і поступове зростання до значення (P_1), меншого за початкове в дифузори.

Результати показали, що найбільший вплив на зміну тиску по осі сопла Вентурі має кут розкриття дифузора α_{dif} . При різних кутах розкриття дифузора встановлені значні відмінності у характері течії залежності зміни тиску по осі сопла Вентурі. Найбільш суттєва різниця тисків досягається при куті розкриття дифузора $\alpha_{dif} = 12^\circ$, що свідчить про найбільшу інтенсивність впливу ефектів гідродинамічної кавітації в цьому дослідному соплі. Збільшення діаметра горловини сопла призводить до зменшення різниці тисків, що призводить до утворення кавітаційних бульбашок великого діаметру, а також подовження зони виникаючого кавітаційного кластеру.

Зі збільшенням кута виходу до $\alpha_{dif2} = 90^\circ$ і $\alpha_{dif3} = 120^\circ$, при всіх діаметрах горловини сопла, значення різниці тисків зменшуються за рахунок виникнення бокових пристіночних турбулентних вихорів. Це в свою чергу призводить до збільшення непродуктивних витрат енергії.

Перелік посилань:

1. Ionel Olaru The fluid flow simulation through to a Venturi nozzle. *Journal of Engineering Studies and Research*. **19**, №1, 42 (2013).

2. А.А. Долінський, Л.Ю. Авдєєва, А.А. Макаренко. *Кавітаційні технології для виробництва нанопрепаратів*. (Наукова думка, 2020) [ISBN 978-966-00-1751-1].

**STUDY OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE
MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF CRYSTALS DURING
ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION**

Iatsiuk I.O., Gotsky Y.G., Stepaniuk A.R.

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky"

Abstract: *The influence of factors on the morphological structure of crystals during isothermal crystallization is considered. The scheme and description of the experimental installation are given. The performed experiments are described. Conclusions are made.*

Keywords: INFLUENCE, FACTOR, STRUCTURE, CRYSTAL, ISOTHERMAL, CRYSTALLIZATION

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА МОРФОЛОГІЧНУ
СТРУКТУРУ КРИСТАЛІВ ПРИ ІЗОТЕРМІЧНІЙ КРИСТАЛІЗАЦІЇ**

студент Яцюк І.О., аспірант Гоцький Я.Г., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Анотація: *Розглянуто вплив факторів на морфологічну структуру кристалів при ізотермічній кристалізації. Наведено схему та опис дослідної установки. Описано проведені експерименти. Зроблено висновки.*

Ключові слова: ВПЛИВ, ФАКТОР, СТРУКТУРА, КРИСТАЛ, ІЗОТЕРМІЧНА, КРИСТАЛІЗАЦІЯ

In recent decades, soil fertility in Ukraine is rapidly declining due to irrational land use, soil erosion, contamination with pesticides, herbicides, residues of mineral fertilizers, adverse weather conditions and soil compaction during tillage [1].

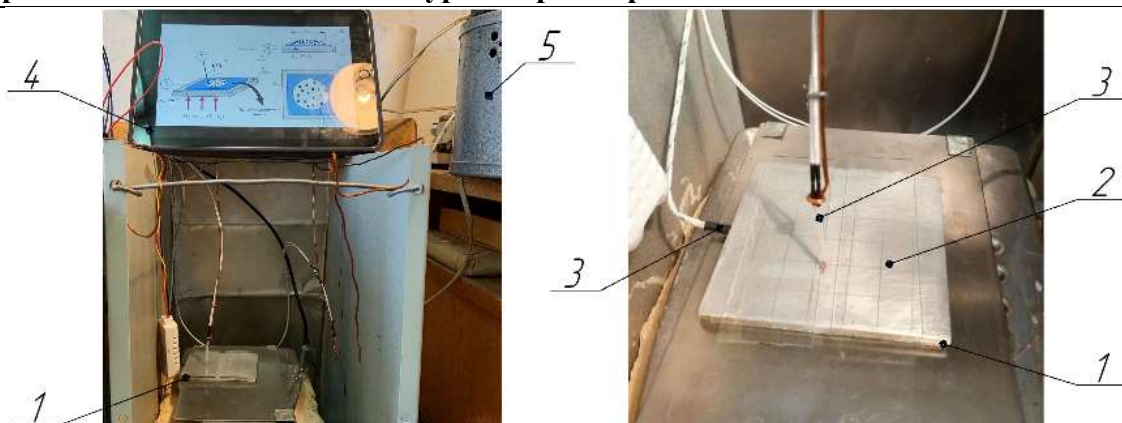
An innovative method of increasing soil fertility, and hence increasing the potential of the agricultural industry is the use of granular organo-mineral fertilizers of a new generation with a given composition of useful components.

The main method of production of such fertilizers is granulation in devices with a fluidized bed by isothermal crystallization. It is the process of crystallization of ammonium sulfate in the presence of nutrient impurities is not fully studied, so this paper will consider the basic principles of the process of mass crystallization and identify factors that significantly affect the process [2].

The experiment was performed on an experimental setup (Figure 1) consisting of a heating element, a metal plate, a cover glass, two thermocouples, a voltage converter, an Arduino Uno R3 controller, a computer, and an optical microscope.

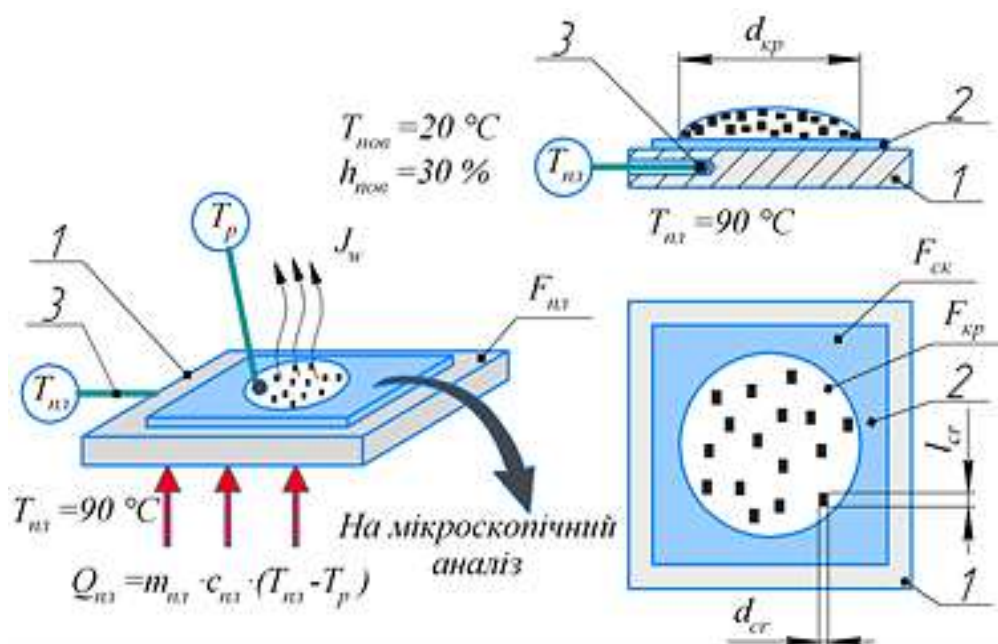
The heating element connected to the mains is heated to the temperature set on the switch (5), thereby heating the metal plate (1), on which there is a cover glass (2) with the applied test solution. Two thermocouples (3) are installed in the center of the metal plate through a hole, which measure the temperature inside the plate, which is read by the controller and displayed on the computer (4). Photographs of the micro crystallized substance were obtained using an ICBM-3 research optical microscope and a camera. The physical model of the process is shown in Figure 2.

By means of voltage control the constant temperature of a heating element on a metal plate of $T_{pl} = 90 \text{ } ^\circ \text{C}$ is supported. As a result, the amount of heat is transferred to the surface on which the process of isothermal crystallization of ammonium sulfate from aqueous solution.



1 - heating element; 2 - cover glass; 3 - temperature sensor; 4 - computer; 5 - voltage converter.

Figure 1 - Experimental installation



1 - plate; 2 - cover glass; 3 - thermocouples; d_{cr} - droplet diameter, m; Q_{pl} - the amount of heat from the plate, W; l_{cr} , d_{cr} - crystal sizes, m; T_{pl} - plate temperature, ° C; $T_{mz} = 20$ ° C; J_w - mass flow of solvent vapor, kg

Figure 2. Physical model of crystal lattice growth in the presence of humates

Under the action of heat from a drop of solution, the solvent is removed with simultaneous crystallization by increasing the concentration of solute. When the concentration of supersaturation in the drop begins to form the nuclei of crystals of solute. Thus, the formed centers of crystallization grow in the droplet throughout its volume with the subsequent formation of microcrystals.

The influence of the available suspended impurities and surface temperature on the kinetics of the process of mass crystallization of ammonium sulfate is investigated. The conditions of the experiment are as follows: temperature of the gaseous medium $T_{\text{пов}} = 20^\circ \text{C}$, relative humidity $h_{\text{пов}} = 30\%$.

The experiment used a 40% aqueous solution of ammonium sulfate with the addition of 0.8% humates, and the crystallization of the round drop occurs at a surface temperature $T_{\text{пл}} = 90^\circ \text{C}$ on which is placed a slide with a drop. The first photograph of the droplet surface at time $\tau = 100\text{s}$ from the beginning of the experiment indicates the beginning of the process of formation of crystallization centers (Figure 3).

Analyzing the dynamics of the process of mass crystallization from $\Delta\tau = 100\text{s}$, throughout the volume of the drop there is a uniform growth of already formed crystallization centers and their integration into a stable framework by means of crystal bridges. The process of mass transfer of steam into the gas phase becomes less intense due to the increase in diffusion resistance on the outer surface of the droplet. This phenomenon also explains the formation of crystallized drops flattened to the center, with boundaries in the form of dense agglomerates [3].

The growth of crystals during crystallization on a horizontal surface (crystallization front) occurs in three directions, and at time $\tau = 400\text{s}$ a stable framework of ammonium sulfate microcrystals is formed. After that, the process of removing moisture from the inner areas of the droplet begins, as a result of which the vapor bubbles that have reached the maximum size form cavities. The shape of the microcrystals has a clear granular structure with visible boundaries, the size of the microcrystals varies from 10 to 100 microns.

Analysis of the structure of the crystallized drop of 39.2% aqueous solution of ammonium sulfate with 0.8% humate content on a glass slide placed on a heated surface with a temperature of $T_{pl} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ at time $\tau = 1200\text{ s}$ indicates the formation of druses and dendrites [5], which are outside the initial location of the drop.

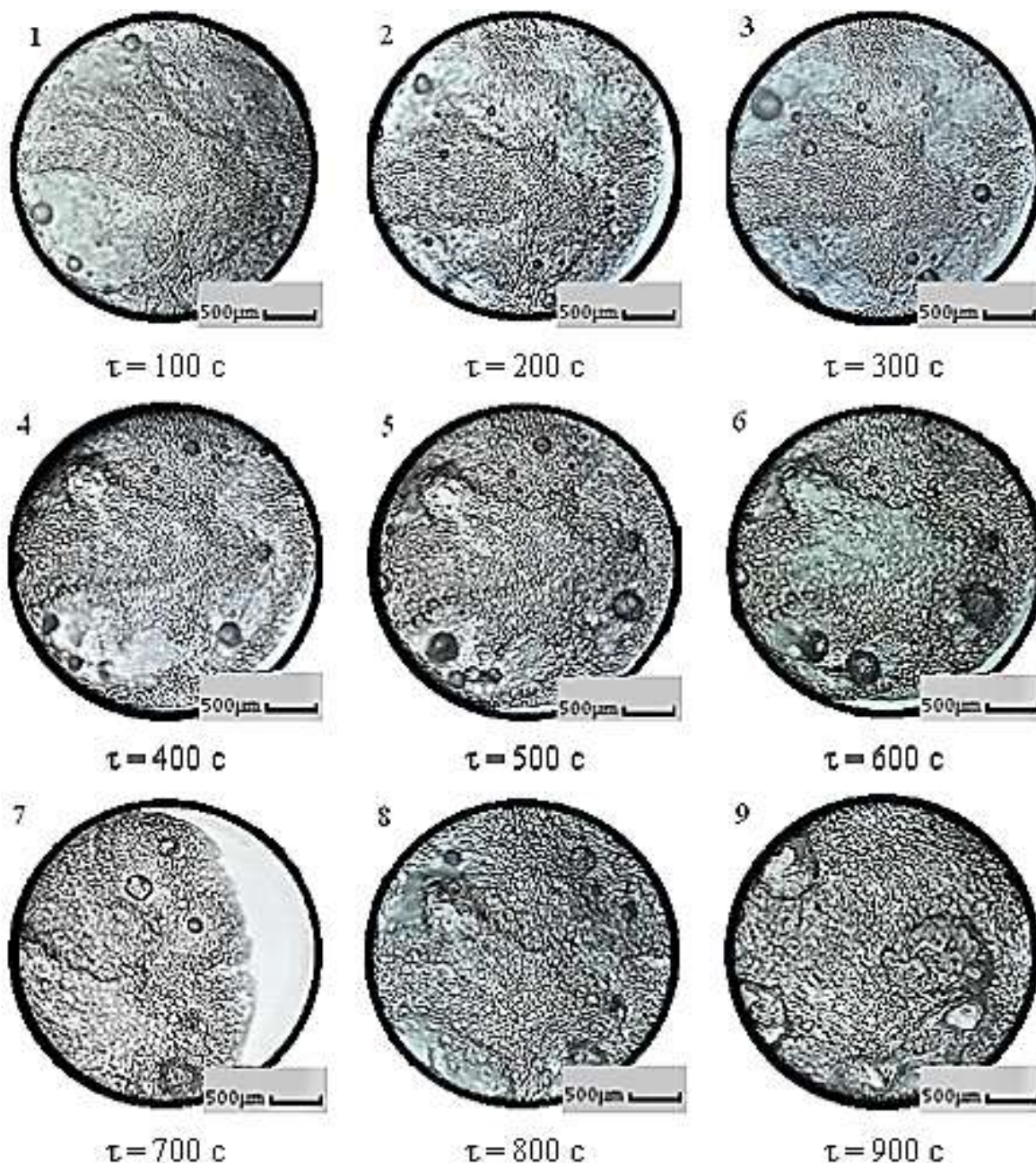


Figure 3. Microphotographs of the dynamics of the process of mass crystallization of the droplet

This phenomenon is explained by the increase in diffusion resistance in the center of the drop, as a result of which the organic components partially cover the surface of the microcrystals. Therefore, the centers of crystallization are formed outside the droplet and the formation of a developed crystal structure occurs outside the initial location of the droplet on the surface. This phenomenon allows to create preconditions for the formation of new active crystallization centers for the process of layered mass crystallization.

Conclusions

An experiment was performed which showed that the presence of suspended or emulsified impurities in the composition of ammonium sulfate solution during mass crystallization at a temperature of $T_{pl} = 90 \text{ }^{\circ} \text{C}$ significantly affects the morphological structure of microcrystals. Thus, the presence of humates with a relative mass concentration of 0.8% in a 40% aqueous solution of ammonium sulfate promotes the formation of crystals with larger reduced sizes and more dislocations, and promotes more intense formation of agglomerates.

It is also experimentally confirmed that the increase in diffusion resistance in the center of the droplet, due to the increase in the concentration of impurities of organic origin leads to the formation of druses and dendrites outside the initial droplet size, which contributes to the formation of working structures.

References:

1. Kornienko Y.M., Stepaniuk A.R. Creation of humic and mineral fertilizers to ensure ecological balance // Chemical Engineering, Ecology and Resource Conservation – 2008. – № 2, pp. 48 – 52.
2. Kornienko Y.M., Melnyk M.P., Martyniuk O.V. - Jet-pulsation mode of fluidization. / Monograph [Electronic resource]. - Kyiv: NTUU "KPI", 2013. – p. 235.
3. [Electronic source] <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32325>

4. Kornienko Y.M., Hayday S.S., Liubeka A.M., Martynyuk O.V. (2016), Kinetic laws of the process of obtaining complex humic-organic-mineral fertilizers in the fluidized bed granulator, Ukrainian Food Journal, 5(1), pp. 144 – 154.

5. J.W.Mullin, Crystallization, 4th edition, Butterworth Heinemann, London, 2001.

Establishing ways to represent the kinetic laws of drying

PhD student Kushniruk V. M., assistant professor, Ph.D. Novokhat O. A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація: *Запропоновано спосіб представлення кінетичних закономірностей сушіння. Наведено характер протікання процесу сушіння, який описується кривими сушіння. Показано як змінюється вологовміст матеріалу та від чого залежить швидкість процесу сушіння.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СУШІННЯ, МАТЕРІАЛ, КРИВА СУШІННЯ.

Abstract: *A method for presenting the kinetic regularities of drying is proposed. The nature of the drying process is described, which describes the drying curves. It is shown how the translation of the material changes and what the speed of the drying process depends on.*

KEYWORDS: DRYING, MATERIAL, DRYING CURVE.

One of the important tasks is to determine an effective way to represent kinetic patterns for their analysis and comparison.

Under the kinetics of the drying process is understood the change in average humidity and temperature over the volume of material to be dried with a certain period of time. The drying kinetics of the wet material determines the choice of optimal parameters of the drying agent (temperature, pressure, humidity), design and basic dimensions of the drying device. A detailed study of the kinetics allows you to organize the drying process with the least energy consumption and get a high quality product.

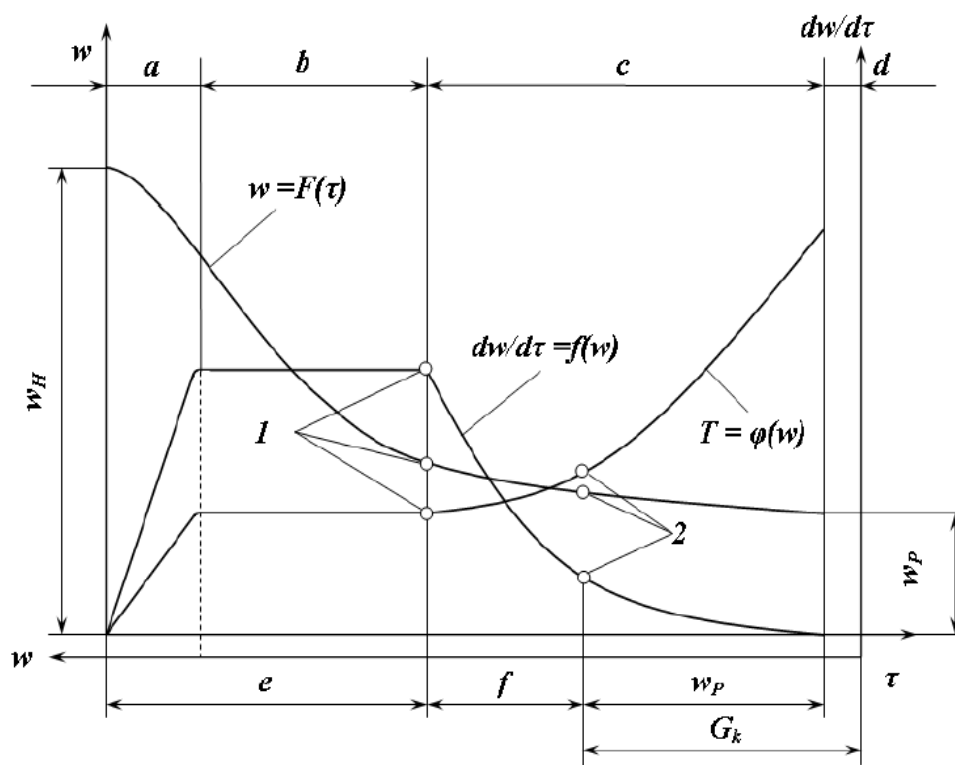
Drying is a thermal process in which moisture is removed from materials or solutions by evaporation and evaporation. This is the most important stage of the technological process, which affects the quality of the product, because the product

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
 not only dries, but also retains its biological value. To remove moisture from the material you need to spend a certain amount of energy [1].

The drying process is best described by the dependences of moisture content on time (drying curves) and the dependence of temperature on time. The drying curves in the coordinates describe the change in humidity of the material over time. Drying speed curves describe the effect of drying speed on the moisture content of the material. The drying curve is built on the basis of experimental data, and then by means of differentiation - the drying speed curve.

Here on such graphic dependences it is possible to estimate character of course of drying process.

Drying curves and their dependences are presented in Figure 1.



a - heating period; b - is the period of constant drying speed;
 c - is the period of reducing the drying rate; d - is the region of equilibrium;
 e - is the area of the wet state; f - is the region of the hygroscopic state of the material; the first 1 and the second 2 critical points.

Figure 1 - Typical drying curves of capillary - porous materials

The graph shows that with the beginning of drying the moisture content w of the material changes rectilinearly. Derived from the moisture content is the drying speed $dw/d\tau$, which is at each point as the tangent of the angle of inclination tangent to the drying curve $w = F(\tau)$ and must leave a constant maximum value during the first period [2].

Evaporation of moisture from the surface of the material takes place in the first period, where there is a difference in moisture content between the inner layers and the surface of the material, while the moisture moves from the center to the surface of the material.

The intensity of the moisture transfer will thus maintain the humidity on the surface more hygroscopic. Gradual dehydration of the material will lead to the fact that the moisture content of the material on its surface becomes equal to the hygroscopic. This point corresponds to point 1 on the graph of the inflection of the drying curves.

In the second drying period, the drying speed decreases and the material temperature increases. The temperature in the middle of the layer of material during drying is always less than the surface temperature and acquires the same value only at the second critical point 2.

The change in the shape of the moisture bond occurs at point 2 of the bend of the drying rate curve, which leads to removal from the material, so the drying rate depends on it. At the end of the second drying period, the temperature of the material is equalized with the ambient temperature, and the curves of moisture content and drying rate asymptotically approach: the first to the moisture content of equilibrium, the second to zero.

Therefore, with the help of drying curves it is possible to observe how the moisture content of capillary-porous materials changes and it is possible to choose the optimal variant of drying parameters.

References:

1. Sazhin B.S. Scientific bases of drying technique / Sazhin B.S. - M.: Science, 1997. - 448 p.
2. Lomeyko OP, Struchaev MI, Yalpachyk VF "Study of the classification, design and principle of operation of dryers", Guidelines for students majoring in 181, Tavriya State University of Agrotechnology, 2017 - 17p.

Thermoplastic melting mechanism in disk extruder

graduate student Kovba A, Ph.D., associate professor Shved M

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute "

ABSTRACT: *The use of thermoplastics has gained considerable industrial importance in the modern world. Although there are very few publications and scientific papers related to the study of the characteristics of the processing of this material. The oldest works found on the study of the melting mechanism in single-line extruders date back to the 1950s. An important issue that needs to be addressed to this day is the study of the melting zone in the extruder.*

KEY WORDS: EXTRUDER, MELTING ZONE, MELTING ZONE, TADMORE MODEL, DISPERSION MODEL.

Механізм плавлення термопластів у дисковому екструдері

аспірант Ковба А.М., к.т.н., доцент Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ: *Використання термопластів набуло значного промислового значення в сучасному світі. Хоча публікацій та наукових праць, пов'язаних з дослідженням характеристик обробки цього матеріалу, дуже мало. Найдавніші знайдені роботи про вивчення механізму плавлення в одношнекових екструдерах, датуються 1950-ми роками. Важливим питанням, що потребує рішення, до сьогодні є дослідження зони плавлення в екструдері.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСТРУДЕР, ПЛАВЛЕННЯ, ЗОНА ПЛАВЛЕННЯ, МОДЕЛЬ ТАДМОРА, ДИСПЕРСІЙНА МОДЕЛЬ.

Considerable attention is paid to the processes of polymer processing, since the share of polymer products increases from year to year. The growing volumes of production and processing of polymeric materials require the polymer engineering industry to optimize the process and make wider use of resource-saving technologies. Single-sided extruders are widely used in industry for the production of consumer plastic products. An important issue in worm extrusion is to ensure the timely full melting of the polymer so that all the material moves from a solid state to a viscosity. The stability of power and melting zones allows you to avoid fluctuations in productivity. Elimination of productivity pulsations makes it possible to reduce tolerances for geometric dimensions, which would lead to significant savings in polymer and energy, as well as reduce the load on the environment, by reducing the amount of raw materials that need disposal. [1] Therefore, the study of the melting zone directly affects the resource-energy efficiency of the installation.

The most common is single-red extrusion in which the following operations are performed simultaneously: nutrition, compression, melting of solid polymer, mixing, creating pressure and dosing of melt. All these processes are closely related and are performed in the worm extruder by one working body - a worm, which makes it difficult to optimize processes.

The melting process in the extrusion of polymers is the most energy-intensive so its intensification is an urgent task. In studies of the process of melting a polymer in the channel of a worm extruder, various physical and mathematical models are used, which differ in the interpretation of the process, taking into account various factors and the accuracy of the process.

For the first time, the melting process in single-color extruders is described by Maddock [2]. The type of melting studied by Maddock belonged to the melting model of the continuous layer of the solid phase. In the mid-1980s, Tadmore conducted experimental work and theoretical analysis with the development of a classical mathematical model of melting.

In this so-called "cork" model, the melting process is considered in the Cartesian coordinate system. The condition for the movement of the material in the melting zone is more friction between the stopper and the cylinder than friction between the stopper and the worm. Due to friction and transmission of thermal energy from the surface of the cylinder wall, a thin melt film is formed. Gradually, the film grinds down and, when it becomes larger than the radial gap between the cylinder and the worm's ridge, the latter begins to scrape off a layer of melt that is collected near its pushing surface. With the advance of the stopper of the granules along the channel, its width decreases, and melting ends when the stopper disappears. This model is based on the assumption that the movement of the material in the melting zone is stationary, the speed and temperature fields in each section of the channel are constant, and the polymer has a clearly defined melting point. Further simplifications were that the cork was considered homogeneous, homogeneous and continuous, and the cross section of the melt and cork area was rectangular. Heat to the solid stopper is transmitted from the inner surface of the cylinder through a thin melt film moving above the stopper. Additional heat is generated in film due to viscous friction [3,4].

Heat transfer in the direction of the cylinder axis and from the pushing wall of the worm's comb to the melt layer is neglected, since for most of the melting zone the width of the solid stopper far exceeds its height. The thickness of the layer of granules in the cork is considered significant, and since the thermal conductivity coefficient of the granules is small, the temperature of the granules in contact with the film quickly decreases from the melt temperature to the temperature of the cork layers, rather distant from the contact zone. Melting speed in a thin layer on the surface of the section "melt – cork" in any cross section is determined by the power of the heat flow supplied to the melting surface [5,6,7].

As noted, melting of a continuous solid phase layer is the most common approach method when modeling the extrusion process. However, some studies have found that solid particles under certain conditions do not actually collide, but are dispersed in molten material. The most striking examples are disk extruders

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
with cylinders, which are equipped in the loading zone with grooves, double-sided extruders, or those that provide for the return of part of the melt to the melting zone. The dispersion model of melting is shown in Fig. 1.

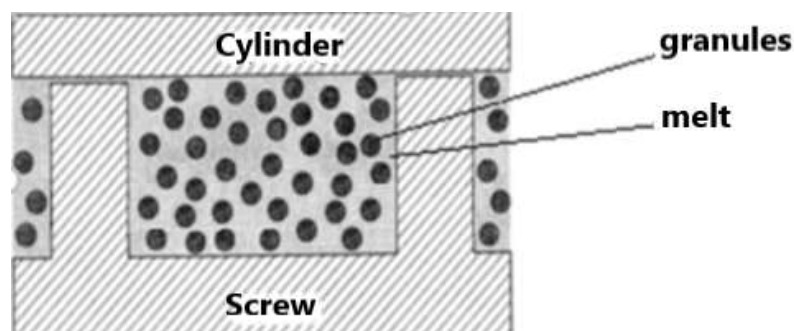


Fig. 1. Dispersion model of polymer melting

Preliminary studies have shown that the length of the melting zone when using the dispersion model is significantly reduced and is 3-5D against 10-15D according to the Tadmor model.

In order to intensify the process and reduce the total length of the melting zone, it is proposed to implement a model of dispersion melting in disk extrusion. Most often, special designs of worms are developed for this purpose, examples of which are multi-western alumni and alumni for high pressures [7].

The dispersion model of melting in the disk extruder can be achieved without changing the design of the main organ, and with the help of "hungry" power supply, that is, with a limited supply of material to the loading area.

In the dispersion model of melting, it is assumed that the particles are homogeneous, have a spherical shape and are dispersed in a molten polymer. To fill the space between solid particles, some minimum melt volume is required. This means that this model can be applied after a certain amount of solid material has already been molten, or part of the melt after the homogenization zone returns to the melting zone [2].

It is assumed that the heating of particulate matter occurs by thermal conductivity evenly, and regardless of the location of the particle in the channel. The heat spent on heating particles is determined by the amount of heat supplied through the channel (through the cylinder and the worm) and the heat of viscous

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
friction generated in the polymer melt. Dispersion model of melting with limited feed is presented in Fig. 2.

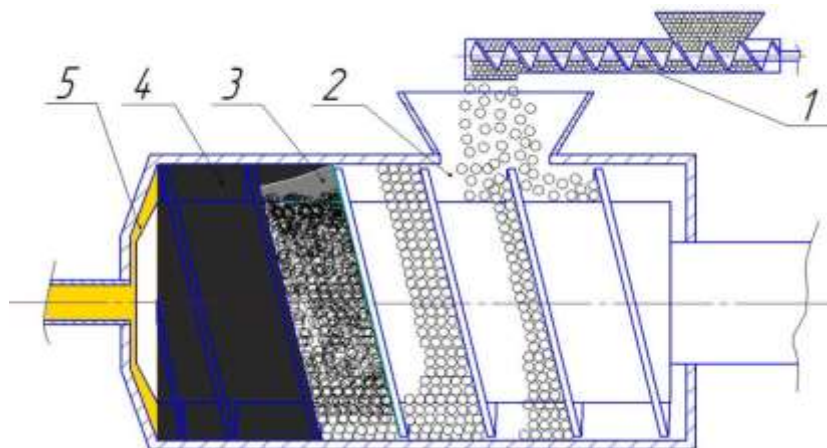


Fig. 2. Dispersion model of melting with limited supply of disc extruder: 1 - weight dispenser, 2 - loading and plastic zone, 3 - dispersion polymer stopper, 4 - semi-melt polymer, 5 - homogeneous melt polymer.

It is assumed that the heating of particulate matter occurs by thermal conductivity evenly, and regardless of the location of the particle in the channel. The heat spent on heating particles is determined by the amount of heat supplied through the channel (through the cylinder and the worm) and the heat of viscous friction generated in the polymer melt.

One of the main tasks of the dispersion model is to determine the duration of melting and the length of the channel of the melting zone. At each time value, the temperature distribution by the radius of the particle located in the melt is determined. The calculation ends when the temperature in the center of the granule reaches the melting point.

References:

1. Tadmor, Z. Engineering Principles of Plasticating Extrusion / Z. Tadmor, T.Klein // Modern Plastics – 1970 –T. 1 (6). – с. 46-54
2. Kym V.S. Theory and the practice of extrusion of polymers / V.S. Kim. — M. : Chemistry, 2005. — 567 p.
3. Rauvendaal, K. Extrusion of polymers: transl. – A.Y. Malkyna – SPB.: Profession, 2006. – 768 p.

4. McKelva, D. M. Recycling of polymers/ D. M. McKelva, – M.: Chemistry, – 1965. – 442 p.
5. Bernhard, E. Recycling of thermoplastic materials/ E. Bernhard,– M.: Chemistry, – 1965. – 748 p.
6. Jacobi, H. R. Screw Extrusion of Plastics / H. R. Jacobi // Karl Hanser Verlag – 1960 – Т 31 (1). – с. 105-127
7. Donovan, R. A Theoretical Melting Model for Plasticating Extruders / R. Donovan // Polym. Eng. Sci. – 1971 – Т. 100(11). – с. 247-257

УДК 536.242: УДК 621.643: УДК 620.175

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

к.т.н., пр.н.с Коник А.В.¹, студент Демченко В.В.²

¹Інститут технічної теплофізики НАН України, ²Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

Анотація: В статті представлено сучасні стратегії та підходи розвитку теплової енергетики країн лідерів інновацій систем п'ятого покоління – Європейського союзу, США та Китаю. Проведено і представлено огляд основних напрямків розвитку теплової енергетики, що підтримуються на державному рівні.

Ключові слова: ТЕПЛОВА ЕНЕРГЕТИКА, РОЗУМНІ МЕРЕЖІ, ТЕПЛОВЕ АКУМУЛЮВАННЯ

Annotation: In the article presents the modern strategies and the approaches to the development thermal power engineering of the countries leaders innovations of fifth generation systems - European Union, USA and China. The review of main directions of development of thermal energy is conducted and presented that is supported at state level.

Keywords: THERMAL ENERGY, SMART GRIDS, HEAT STORAGE

Основним напрямком розвитку світової енергетики на сьогоднішній день є безкарбонова енергетика, яка дозволяє залучити у якості джерел генерації природні ресурси – вітра, сонця, води, геотермальних джерел, тощо. Основна ідея безкарбонової енергетики зменшення залежності енергетики від викопних видів палива, мінімізація викидів у оточуюче середовище і ощадливе енергоспоживання.

Основою для розвитку діяльності будь якого сектору промисловості є стабільна та ефективна робота енергетики і теплоенергетики. Сумісне й

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
планомірне впровадження наукових розробок та інновацій дозволяють підвищувати і розвивати потенціал будь якої країни.

Сполучені Штати Америки (США). У вересні 2018 Конгрес прийняв «Закон про дослідження та інновації в галузі енергетики», що визначає напрямок зусиль Міністерства енергетики США (RTIC). Один з підкомітетів зі зберігання енергії є Бюро з енергоефективності та поновлюваних джерел енергії та Бюро по електроенергії, що поєднує роботу управління науки, управління викопної енергії, управління ядерної енергії, управління технологічних перетворень енергії, відділ політики та відділи фінансових і кредитних програм [1]. Системна злагоджена робота перерахованих структур дозволяє швидко і конструктивно вирішувати питання, що виникають при реалізації проектів, одним з яких є Energy Storage Grand Challenge.

Згідно плану Energy Challenge Grand до 2030 року ставить за мету розвивати і реалізовувати наступні напрямки:

1. Розвиток технологій зберігання теплоти;
2. Прискорення технологічного процесу від досліджень до проектування систем і їх впровадження;
3. Розробка кращих в своєму класі моделей та технологій зберігання енергії;
4. Розробка нових технологій для зменшення залежності від іноземних джерел критично важливих матеріалів;
5. Створення теплових мереж 5-го покоління і систем накопиченні енергії.

Мета накопичення енергії Grand Challenge полягає в створенні і підтримці світового лідерства у використанні та експорті сховищ енергії за допомогою надійного ланцюга поставок внутрішнього виробництва, яка не залежить від зарубіжних джерел критично важливих матеріалів. Опираючись на ресурси всіх відділів енергетики, Grand Challenge ґрунтується на «Ініціативі по вдосконаленому зберіганню енергії» вартістю 158 мільйонів

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
доларів, оголошеної в бюджетному запиті президента США на 2020 фінансовий рік [2].

Іншим напрямком роботи Міністерства енергетики США є мінімізація теплових та енергетичних втрат змінюючи ідеологію національного будівництва. Так, у 2014 році житлові й комерційні будівлі в США використовували більше 40% всієї національної енергії та більше 70% електроенергії, на загальну суму понад 430 млрд. дол. США (Annual Energy Outlook 2015). Мета Бюро будівельних технологій (ВТО) - знизити інтенсивність використання енергії в будівлях США на 20% до 2030 року в порівнянні з 2010 роком. Було розроблено програму Emerging Technologies (ЕТ), що допомагає досягти цієї мети, дозволяючи розробляти і впроваджувати на ринку економічно ефективні та енергоефективні технології. ЕТ фінансує і направляє прикладні дослідження і розробки для впровадження технологій і інструментів, які підтримують енергоефективність будівлі. План програми ВТО на 2016-2020 фінансові роки містив детальну дорожню карту стратегій розвитку теплової енергетики [3].

Європейський союз (ЄС). Країни Європейського союзу активно розвивають SMART GRID системи [4], основними рисами яких є:

- розвиток і функціонування енергетичної системи мають бути спрямованими на погодження між усіма суб'єктами енергетичного ринку у результаті спільного бачення цілей та шляхів розвитку теплоенергетики. Ці положення стосуються: безпеки, енергетичної ефективності, надійності, обґрунтованого тарифоутворення, розвитку ринку, надання якісних послуг та інше;

- ситуативна інфраструктура, яка призначена для підтримки енергетичних, інформаційних, економічних і фінансових взаємовідносин між суб'єктами енергетичного ринку, яка діє подібно до інтернет мережі;

- системні перетворення енергетики і всіх її основних елементів, а саме генерації, передачі, розподілу та збуту теплової енергії з впровадженням

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
сучасних систем обліку, що дозволяють в режимі реального часу знімати показники, передавати їх та здійснювати керування процесом уникаючи аварійних ситуацій;

- концепції комплексно охоплюють всі основні напрями розвитку, і включають, як дослідження, так і практичне застосування. До основних напрямків розвитку відносяться наступні сфери: наукова, інформаційна, технічно-технологічна, організаційно та нормативно-правова база.

Всі проекти, стосовно, розвитку SMART GRID систем реалізуються комплексно. Так, починаючи з 2020 року 80% споживачів обслуговуються через інтелектуальні лічильники. Наприклад, в Швеції та Італії перейшли на інтелектуальні лічильники ще у 2010 р, Фінляндія, Норвегія, Данія - у 2016р. Найбільш динамічно розвиваючимися напрямками, за даними консалтингової компанії «Frost & Sullivan» є:

- вимірювальні інфраструктури, інтелектуальні датчики, інфраструктура передачі та керування даними;
- інтеграція розподілу виробництва електроенергії;
- сучасні технології передачі енергії та електромобілі.

Широко реалізуються проекти пов'язані із зберіганням теплової енергії, це технології накопичення енергії (ТНЕ), основною задачею яких є компенсація нерівномірності добового графіка навантажень енергетичних систем [5]. Активно розвиваються технології накопичення, розроблюються конструкції теплових акумуляторів, створюються нові та досліджуються відомі теплоакумулювальні матеріали [6,7].

Китайська Народна Республіка (КНР). Найбільшим споживачем енергії в світі є КНР, яка в свою чергу активно інвестує і розвиває свої енергетичні системи у всіх напрямках. Державна компанія State Grid corporation of China сумісно з китайською академією наук проводять роботи, в першу чергу, для отримання енергетичних ресурсів від відновлювальних джерел енергії, розподіл і ефективне використання отриманих ресурсів з залученням сучасних технічних інтелектуальних засобів і приладів.

Відбувається активний розвиток мереж, що забезпечують розподіл, облік, реєстрацію і керування енергоресурсів у реальному режимі часу. Приймаються ситуативні гнучкі рішення виходячи з задачі енергоефективності забезпеченням споживачів [8]. Реалізуються такі підходи при створенні розумних міст, наприклад місто Anshan, де апробуються різні методи економії енергії та впровадження більш екологічних та стійких рішень, шляхом залучення наявних альтернативних джерел енергії в мережу централізованого опалення. Мета проекту - це зменшення енергоємності на 16% та викидів CO₂ на 17% в період з 2015 року по 2021 рік.

Після повного впровадження система опалення на 678 000 тон зниження річного споживання вугілля, скорочення викидів CO₂ на 1380 000 тон, економія коштів та окупність інвестицій через 3-4 роки. Це не лише дозволить місту реінвестувати ці заощадження в інші важливі розробки, але це значно покращить якість життя.

Висновки

Проведений огляд свідчить, що сучасним напрямком розвитку теплової енергетики є впровадження безкарбонової енергетики. Так, в США, де практично відсутнє центральне опалення, зусилля спрямовані на створення технологій зберігання теплоти великої потужності для задоволення потреб промисловості та підвищення енергоефективності будівель. В країнах ЄС, де широко розповсюджено центральне опалення основний напрямок розвитку - це SMART GRID системи. Китайська народна республіка розвиває різноманітні напрямки теплової енергетики. Це обумовлено інтенсивним розвитком промисловості яка потребує потужної енергетики, а також вирішенням проблем теплозабезпечення побутових потреб населення, чисельність якого у 2021 році збільшиться на 7,5 млн., і в кінці року становитиме 1 451 млн. чоловік.

Перелік посилань

1. Інтернет ресурс: <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-launches-energy-storage-grand-challenge>

2. Інтернет ресурс: <https://www.energy.gov/energy-storage-grand-challenge/energy-storage-grand-challenge>

3. Інтернет ресурс: <https://www.energy.gov/eere/buildings/emerging-technologies>

4. Коник А.В., Демченко В.В. Аналіз концепції «інтелектуальних» мереж. Збірник тез доповідей XVII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" Київ : 2019. – С. 28-29.

5. Демченко В.Г., Коник А.В. Зменшення непродуктивних теплових втрат при генерації енергії / Вісник Національного технічного університету, м. Харків, с.50-51

6. Weilong Wang, Shaopeng Guo, Hailong Li, and other, Experimental study on the direct/indirect contact energy storage container in mobilized thermal energy system (M-TES), April 2014, Applied Energy 119: с. 181–189, DOI: 10.1016/j.apenergy.2013.12.058

7. Du K, Calautit J, Wang ZH, Wu YP, Liu H. A review of the applications of phase change materials in cooling, heating and power generation in different temperature ranges. Appl Energy 2018; 220:242-273.8.

8. Решетова Р.Ж., Саквина М.А., Основные положения концепции «интеллектуальные сети» SMART GRID, Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, с.66-70

.....

MODERNIZATION OF THE FLUE GAS CLEANING PROCESS BLOC

student Khomenko M., associate professor, Ph.D., Stepaniuk A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Summary: *The description of modernization of a design of the bunker of a cyclone due to additional installation of 2 grids is resulted. The modernization consists in vertical installation of 2 grids located in the hopper fitting so that they do not reach the walls and bottom of the bunker and are at right angles to each other, which will increase the efficiency of the cyclone by reducing the number of particles rising from the bunker and reducing hydraulic resistance in the cyclone.*

KEYWORDS: BUNKER, CYCLONE, DEGREE OF CLEANING

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЦИКЛОНУ

В БЛОЦІ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ

магістрантка Хоменко М. В., к.т.н., доц. Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний університет України імені Ігоря Сікорського»

Анотація: *Наведено опис модернізації конструкції бункеру циклону за рахунок додаткового встановлення 2 сіток. Модернізація полягає в вертикальному встановленні 2 сіток, що розташовані в итуцері бункеру так, щоб не доставали до стінок та днища бункеру та були під прямим кутом одна відносно одної, що дозволить підвищити ефективність роботи циклону за рахунок зменшення кількості винесених частинок з бункеру та зменшення гідравлічного опору в циклоні.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БУНКЕР, ЦИКЛОН, СТУПІНЬ ОЧИЩЕННЯ

With the search for cheaper ways of heat supply, the installation of individual heating and water supply systems in residential, municipal, industrial and administrative buildings is becoming increasingly important. Such heat recovery systems use a variety of raw materials for combustion, such as pellets. As a result, in these systems, in addition to the heat generation bloc, a flue gas purification bloc is required so that in the future the installation meets the environmental standards for air pollution [1].

The purpose of the work is to modernize the flue gas cleaning bloc in the individual heating and water supply system.

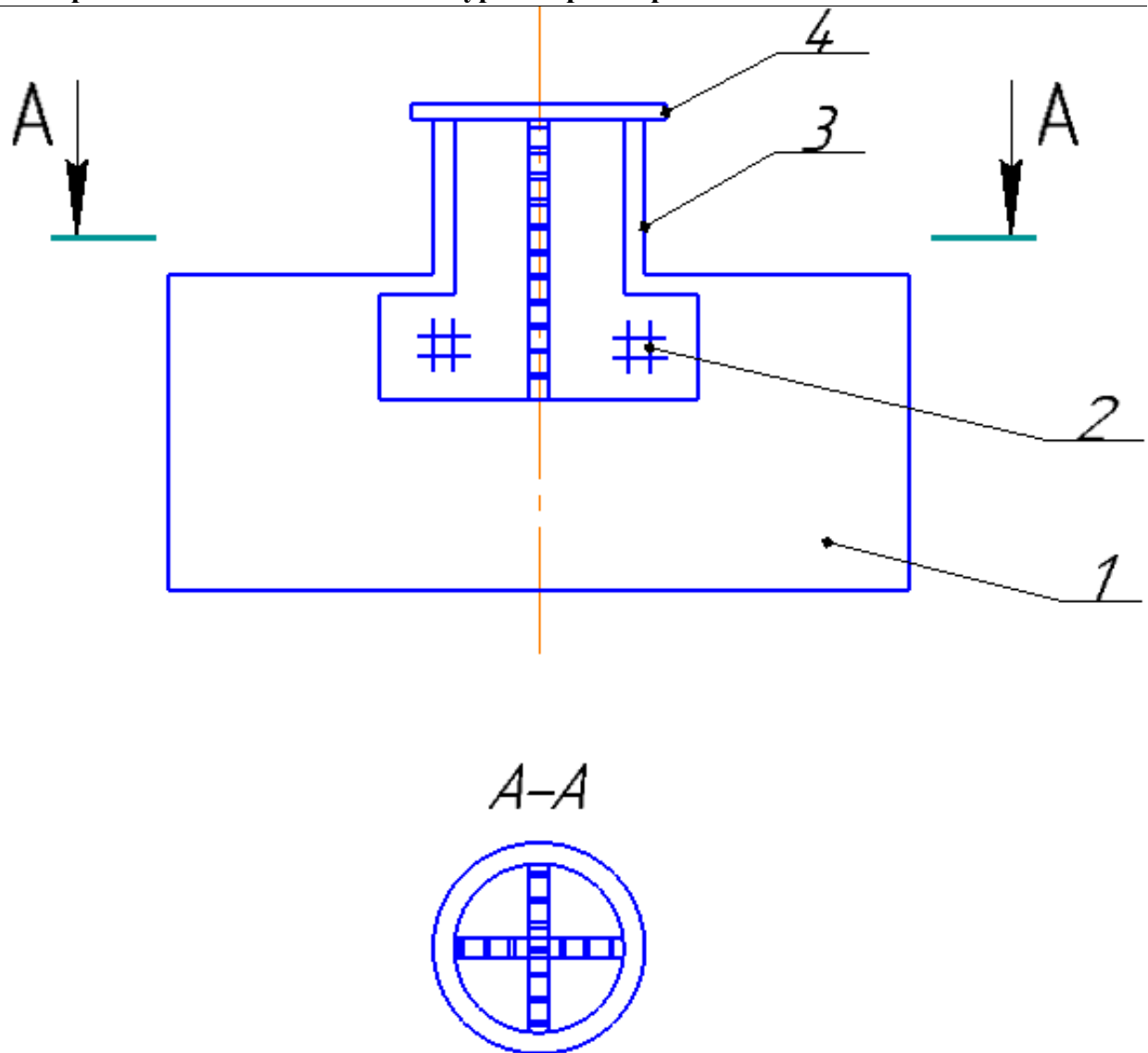
Cyclones are used in the flue gas cleaning bloc. The main advantages of which are: high productivity, relatively low cost, simplicity of a design and ease of repair and maintenance.

The main disadvantage of the cyclone is the insufficient efficiency of separation of particles from the air flow, which reduces the degree of cleaning.

It is possible to improve the work of the cyclone by upgrading the design of the bunker, which will increase the efficiency of the device by increasing the degree of cleaning of the air flow. For this purpose I suggest to establish in the union of the bunker vertically at right angles to each other two grids that will allow to reduce removal of particles rising from the bunker [2].

The improved design of the hopper consists of a bunker body 1 having a closed bottom, a fitting 3 and a flange 4. In a union 2 grids 2 which are placed concerning each other at right angles and do not reach walls and the bottom of the bunker are vertically established (Figure 1).

The design works as follows: the particles contained in the air after the passage of the cyclone under the action of centrifugal and gravitational forces descend to the bunker 1, pass between the fitting 3 and the grid 2 and settle. At the same time, the air flow, which also moved tangentially down to the bunker, rotates and returns to the cyclone, and the installed grids 2 allow to slow down the flow, which reduces turbulence during its reversal, thereby reducing the removal of particles rising from the bunker.



1 - the case of the bunker; 2 - grid; 3 - fitting; 4 - flange

Figure 1 - Advanced cyclone hopper

Thus, the use of modernized cyclone bunker will increase the degree of cleaning of air flow and at the same time reduce the hydraulic resistance, which in turn will improve the efficiency of the cyclone.

Перелік посилань:

1. Збірник тез доповідей XIX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2020 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 299 с

2. Заявка на деклараційний патент України на корисну модель № u 2021 00588 Бункер циклону від Ректифікаційна колона від 12.02.2021.

MODERNIZATION OF THE DISPENSER-FEEDER OF CEMENT-SAND MORTAR

Polishchuk Denys, Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. A new design of the dispenser-revitalizer of the cement-feed unit for the vibroextrusion is displayed. The principle of robotized annex and yogh reloading was introduced in accordance with the existing constructions.

Key words: DISPENSER-FEEDER, VIBROEXTRUSION, CEMENT-SAND MORTAR.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ

студент Денис Поліщук, к.т.н., доц. Ігор Андреев

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Анотація. Розглянута нова конструкція дозатора-живильника цементно-піщаного розчину установки віброекструзії. Наведено принцип роботи запропонованого пристрою і його переваги порівняно з існуючими конструкціями.

Ключові слова: ДОЗАТОР-ЖИВИЛЬНИК, ВІБРОЕКСТРУЗІЯ, ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНИЙ РОЗЧИН.

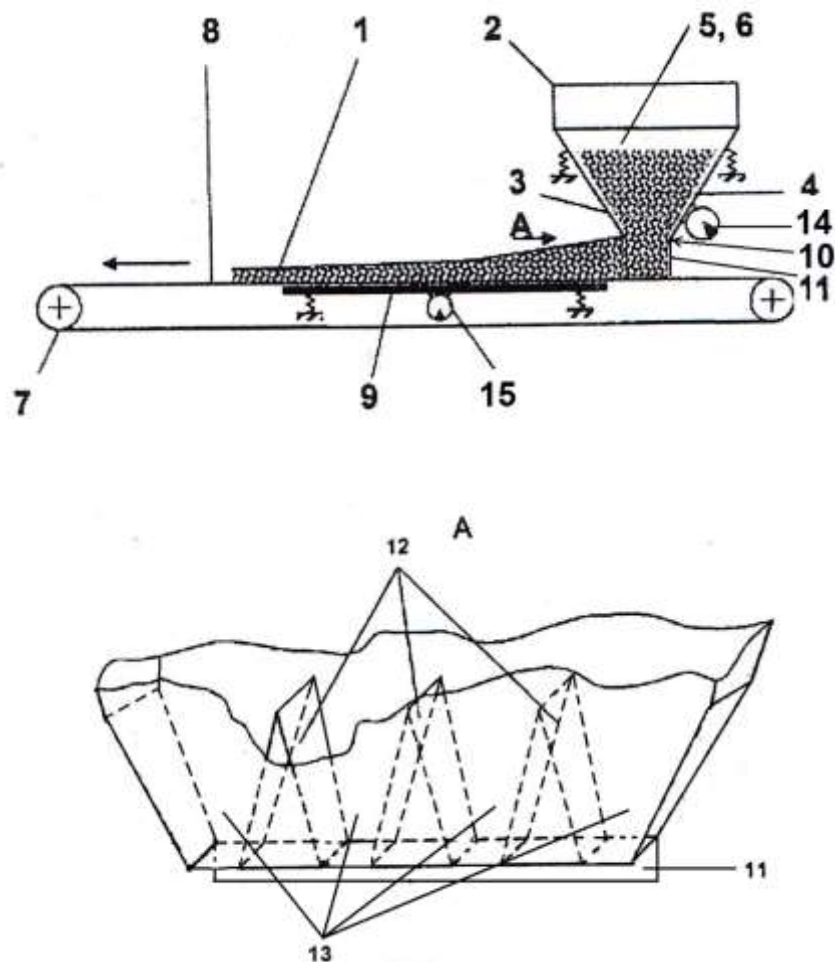
Dispensers-feeders of cement-sand mortar are widely used in the production of building materials and structures, in particular in the vibro-extrusion molding of fiber concrete products. Existing designs of such devices include a hopper with inclined flat walls, as well as a belt conveyor located under it, under the upper

branch of which the front wall of the hopper is mounted vibrating table, and the lower edges of the front wall of the hopper are cut. The disadvantage of such devices is the increased hydraulic resistance to the flow of the solution as it passes through the cutouts of the lower edge of the front wall of the hopper and, accordingly, low productivity.

The authors proposed to rigidly fix a vertical flat limiter at least the hydraulic diameter of the output cross-section of the converging insulated guide channel on the lower edge of the rear wall of the hopper, and make the lower edges of the front wall of the hopper solid [1].

This design provides the necessary gap between the lower edges of the converging insulated guide channels 13 and the upper branch 8 of the belt conveyor 7 for free flow of solution in the form of harnesses down to the conveyor, preventing the flow of solution on the conveyor in the opposite direction. The mortar bundles fall on the conveyor 7 and spread on it directly under the hopper 2, which accelerates the formation of a thin layer of cement-sand mortar 1 and increases the productivity of the device as a whole (see figure).

The device works as follows. At the upper part of the bunker 2, the components of the cement-feed are filled in and the components of the cement-fed rosette are inserted, and the installer is installed 14, when it is necessary to transfer from the installer, the number 14 is transferred to the stations 3–6, from the tension channels of the cement 13-bunker. Straight to the channels 13 at the viglyadi "dzhgutyv" to the upper jib 8 of the jug conveyor 7. Vertical flat bead 11 to ensure the necessary gap between the lower edges of the lower edges of the lower guiding channels 13 to the upper jug 8 to the jug 8 rosetting the line on the upper head 8 to the conveyor 7 behind the rear wall of the bunker 4. ball 1 of a cement-fed roschina of the same product.



- 1 - layer of cement-sand mortar; 2 - bunker; 3-6 - sloping walls
7 - belt conveyor; 8 - the upper branch of the conveyor; 9 - vibrating table;
10 - the lower edge of the rear wall of the hopper; 11 - vertical flat limiter;
12 - guide inserts; 13 - converging isolated guide channels; 14, 15 - vibrators

Fig. Device for obtaining a layer of cement-sand mortar

The proposed device significantly accelerates the formation of a thin layer of cement-sand mortar and increases the productivity of the device as a whole.

References:

1. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину: пат. 146706 U Україна: МПК В28 В 1/08 (2006.01) В28 В 13/00 (2021.01). № u202007058; заявл. 03.11.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.

УДК 532.137

MEASURING THE VISCOSITY OF LIQUIDS IN A CONICAL VISCOMETER

Koval Vadym, Andreiev Igor

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

***Abstract.** Designs of typical and proposed conical capillary viscometers are considered. The proposed method for calculating the viscosity by the time of the outflow of a certain amount of liquid from the conical channel of the viscometer. It is shown that it is necessary to carry out a series of additional experiments to introduce a correction for kinetic energy when calculating the viscosity.*

Key words: VISCOSITY, VISCOMETER, NEWTONIAN FLUID, CONICAL CHANNEL.

ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ РІДИН У КОНІЧНОМУ ВІСКОЗИМЕТРІ

студент Коваль Вадим, к.т.н., доц. Андреев Ігор

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Розглянуті конструкції типових і запропонованого конічних капілярних віскозиметрів. Запропонована методика розрахунку в'язкості за часом витікання певної кількості рідини з конічного каналу віскозиметра. Показана необхідність проведення серії додаткових експериментів для введення поправки на кінетичну енергію при розрахунках в'язкості.*

Ключові слова: В'ЯЗКІСТЬ, ВІСКОЗИМЕТР, НЬЮТОНІВСЬКА РІДИНА, КОНІЧНИЙ КАНАЛ.

Capillary viscometers are the most common in the chemical, oil refining, food, heat and power, construction and other industries. In such devices, to prevent rupture of the integrity of the flow, a vertical capillary is immersed in a container that has a much larger cross-section than the capillary of a viscometer, or a U-shaped viscometer is used. Such devices are characterized by relatively complex designs and limited application.

In a number of devices, conical channels are used to ensure the continuity of the flow of liquids. Such devices include a flow-through cup or submersible viscometer and a Marsh funnel (Fig. 1). In cup viscometers, the conical channel ends with a flat bottom, in which the nozzles are fixed, and the Marsh funnel ends with a cylindrical tube, that is, a complex fluid flow will take place. In these cases, the relative viscosity is measured, which is expressed in seconds of flow time. The disadvantage of such measurements is that empirical formulas are used to convert to absolute units of viscosity, which are approximate, and some of them are simply inaccurate.



Figure 1. Flow-through cup viscometer with a set of nozzles (a) and Marsh funnel (b)

The authors proposed a viscometer of a simplified design, in which the liquid flows only through a conical channel, which makes it possible to use the existing analytical dependences when calculating the viscosity [1].

In order to simplify the process of measuring the rheological characteristics, a formula was obtained for determining the viscosity of Newtonian fluids by the time of outflow of a certain amount of fluid [2]:

$$\mu = \frac{9L_1^3 L_2^3 t g^2 \theta_0 \Delta p}{8(L_1^3 - L_2^3)(L_2^3 - L_1^3)} t_B,$$

where L_1 – distance from the origin to the original slice of the bin, m; L_2 – distance from origin to channel entrance, m; θ_0 – the angle of inclination of the inclined wall of the channel to the vertical, rad.; Δp – pressure drop across the conical bore, Pa; t_B – time of liquid outflow from a completely filled channel, s.

The Calculation scheme is shown in Fig. 2.

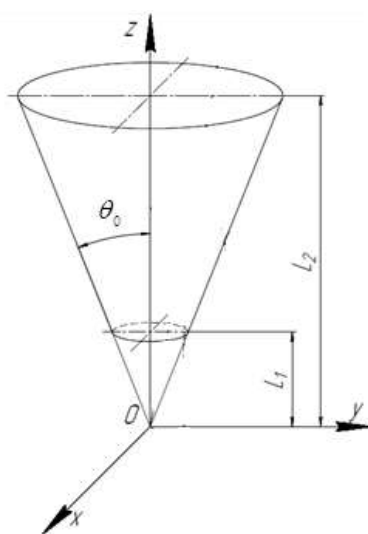


Fig. 2. Calculation diagram of a conical viscometer

Sometimes the pressure drop in the channel with a slow flow of liquid under the action of gravity is calculated by the formula:

$$\Delta p = \rho g(L_2 - L_1),$$

where ρ – fluid density, kg/m³, a $g = 9,81$ m/s² – acceleration of gravity.

But the values of the viscosity of the reference liquids obtained in this case had deviations from the table values.

The presence of significant deviations of the viscosity values measured on standard capillary viscometers from the tabulated values were also obtained in [3].

Therefore, the rheological characteristics of reference fluids with known viscosity are currently being tested on the proposed viscometer to correct for kinetic energy.

References:

1. В'язкозиметр: пат. 140265 U Україна: МПК G01N 11/00 (2006.01). № u201908141; заявл. 15.07.2019; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3.
2. Andreiev I. A., Koval V. O. Improvement of viscosity measurement of Newtonian fluids. Modern engineering and innovative technologies. Karlsruhe, 2020. Issue 12, Part 1, P.13–18.
3. Даренский А. Н., Гончаров И. В., Обласов Н. В. Особенности определения вязкости пластовых нефтей на капиллярном вискозиметре при проведении РVT-тестов. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Москва, 2016. № 7. С. 825–833.

THE MODERN TRENDS OF THE INVESTIGATION OF THE EVAPORATION PROCESSES

student Aitubaiev I.I., assistant professor Ph. D. Huliienko S.V.

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

Анотація: *Розглянуто основні сучасні тенденції та напрямки експериментальних досліджень процесів випарювання*

Ключові слова: МЕТАЛУРГІЯ, СТИЧНІ ВОДИ, ОЧИЩЕННЯ, ВИПАРЮВАННЯ

Abstract: *The main trends and direction of the experimental researches of the evaporation processes.*

Key words: METALLURGY, WASTE WATERS, PURIFICATION, EVAPORATION

The evaporation processes are widely used in many branches of the industry, for example in chemical, pharmaceutical, fuel, energy generation and metallurgical industry. This list may be continued; however, it should be reasonable to consider last one in more detail. In modern word, it is extremely important to care about environmental, and mentioned above field belong to the most non-environmental friendly industries.

In the metallurgical industry the evaporation processes and evaporators is widely used for the wastewater treatment purposes. The thermal desalination of the bleed water is a common industrial method. It consists of the evaporators by more that 40%, since the last its step is the two-step evaporation if the circulating clarified concentrated solution. This process is combined with the crystallization and separation of the sodium sulphate on the first stage and the sodium chloride on the second stage. As a result, the sodium sulphate and the sodium chloride

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
obtained and the desalinated water is pumped back into the recycled water supplying system.

Since the mentioned above technological line mostly consist of the evaporators and based on evaporation processes, which is associated with high energy requirement the main purpose during the designing of such units is the rational organization processes with consideration the specific tasks and minimizing of the energy and capital costs.

Therefore, the development of the novel direction of the investigation of evaporation process is the important aim for researchers.

De Angelis and al. [1] describe the performance of the evaporator in real conditions. The experiment was carried out in subsecond and submicron conditions by X-ray tomogram microscopy. It allows to obtain the tomograms with high steric resolution, around 2 μm and subsecond time resolution. Moreover, the high values of the time resolution coupled with the possibility to apply the real assays of media make the X-ray tomography the ideal technique for carrying out the researches. This technique provide the possibility to observe the liquid evaporation process in the real-time in conditions close to the real.

Ogata and Nakanishi [2] carried out the investigation of the significant increasing of the Leidenfrost point (LFP) with aim to decrease impact of the cognominal effect on the evaporation process. The aim of this experiments is to demonstrate experimentally the improving of the LFP value using non-expensive surface textures. The surface textures were made by the coating of the wire nets made of stainless steel ne SiO_2 . The droplet lifetime method was used for LFP determination in the temperature range of 200-490°C. The visualization of the impact behavior of the droplet were obtained with using of the high-speed shooting (4000-23000 frames per second). On the results of the investigation it was defined that the LFP of the net surface with coating is higher than 490°C. This parameter is higher that one for surface from stainless steel on 178°C and higher that one for monolayer texture surface on 38°C. Moreover, the improvement if the LFP value can be observed on the net surface with nanocoated surface.

Shibata and al. [3] studied the new separation method with using of the irradiation. In the described experiment the droplet of the butanol/water solution was controlled during the influence the microwave irradiation at different power rates. The obtained results show that intensity of the alcohol evaporation in the microwave furnace that intensity of water evaporation. In this research, the decreasing of the butanol concentration in the water phase up to 0.1 % (mass), which is more effective than theoretical limits in boiling process.

Sum the described above researches up in in may conclude that the application of the modern and innovative techniques such as X-ray tomography and high speed imaging became more and more available for the bigger number of the laboratories and research centers they are successfully used for the improvement different parameters of the industrial equipment, some of them even allow defining the novel operation modes of the industrial processes. It has a significant impact in the effectiveness of the equipment and on the energy saving and environmental protection.

References:

1. De Angelis S., Nguyen H. P., Nagao S., Kishita K., Marone F., Büchi F. N. (2021). In-situ observation of water evaporation in exhaust gas catalyst via sub-micron and sub-second X-ray tomography, *Chemical Engineering Science: X*, Volume 10, 100091, ISSN 2590-1400, <https://doi.org/10.1016/j.cesx.2021.100091>.
2. Ogata S., Nakanishi R. (2021). Effect of Surface Textures and Wettability on Droplet Impact on a Heated Surface. *Processes*, 9, 350. <https://doi.org/10.3390/pr9020350>.
3. Shibata Y., Tanaka K., Asakuma Y., Nguyen C.V., Hoang S.A., Phan C.M. (2020). Selective evaporation of a butanol/water droplet by microwave irradiation, a strategy to economize biobutanol production. *Biofuel Research Journal* 25 1109-1114. DOI: 10.18331/BRJ2020.7.1.3.

УТОЧНЕНА ОЦІНКА ТРИВАЛОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ

студент Терещенко І. Ю., ст. викл., доц. Гулієнко С. В.

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

Анотація: Забруднення мембран є однією з основних проблем під час експлуатації. У попередній роботі були розроблені метод регенерації та математична модель цього процесу. Але рівняння критерію в попередній роботі було отримано з використанням ряду припущень. У цій роботі виконується оновлена оцінка тривалості регенерації з урахуванням оновленого рівняння критеріїв та з використанням методу Рунге-Кутта.

Ключові слова: ЗАБРУДНЕННЯ, МЕМБРАНА, РЕГЕНЕРАЦІЯ, КРИТЕРІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ, РОЗРАХУНОК, ОСАД, ПРОМИВНИЙ РОЗЧИН, КОЕФІЦІЄНТ ПЕРЕНОСУ.

Abstract: Contamination of membranes is one of the main problems during operation. In the previous work were developed the method of regeneration and the mathematical model of this process. But the criterion equation in previous work was obtained using a number of assumptions. In this work, an updated estimate of the regeneration duration is performed, taking into account the updated criteria equation and using the Runge-Kutta method.

Key words: POLLUTION, MEMBRANE, REGENERATION, CRITERION EQUATION, CALCULATION, PRECIPITATE, WASHING SOLUTION, TRANSFER COEFFICIENT.

Забруднення мембран є однією з основних проблем при експлуатації мембранного обладнання, що обумовлює необхідність проведення регенерації мембран [1]. В попередній роботі був розвинений метод регенерації спіральних мембран з використанням вакуумування та

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
математична модель цього процесу, яка дозволяє розрахувати тривалість процесу регенерації [2]. Однак в цій роботі використовувалося критеріальне рівняння, яке було отримане з викоистанням ряду допущень, які призводять до заивщени значень коефіцієнта перенесення маси, в наступній роботі це рівняння було уточнене [3]. Метою даної роботи провести уточнену оцінку тривалості регенерації з урахуванням уточненого криетріального рівняння. Також в роботі [2] не враховувався вплив зміни концентарції промивного розчину на тривалість регенерації, тому уточненна оцінка також має на меті перевірити обгрунтованість такого припущення.

Процес вилучення маси з поверхні мембрани описється рівнянням [2]:

$$\frac{dM}{d\tau} = K \left(C^p - C_0 - \frac{M_{II}}{V} \left(1 - \frac{M_{II} - M}{M_{II}} \right) \right) F \quad (1)$$

Початкові умови: $M = 0$ при $\tau = 0$.

Визначення коефіцієнта перенесення маси K , на відміну від роботи [2], в даному дослідженні використоувалося утосненне критеріальне рівняння [3]:

$$Sh = 0.00045 Re^{0.8} Sc^{0.33} (d_e / l) \quad (2)$$

Розв'язання проводилося за методом Рунге-Кутта, розрахунок проводився за допопмогою програми, написаної на мові програмування Python у двох варіантах (в зрахуванням зміни концентрації в промивному розчині та без неї).

Були проведені розрахунки для випадку осаду, що складається з $FeCl_3$ (який використовувався як модельний забрудник в експериментальних дослдженнях) при початковій масі масі осаду 0,002 кг, робочій температурі $25^\circ C$. В розрахунках варіювалася витрата промивного розчину в межах 0,001-0,025 кг/с, що відповідало реальним умовам роботи устанвоки. Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Результати розрахунків

Витрата проминого розчину, G , кг/с	З урахуванням зміни концентрації промивного рочину		Без урахуванням зміни концентрації промивного рочину	
	Критерій Рейнольдса, Re	Тривалість повного вилучення осаду, τ , с	Критерій Рейнольдса, Re	Тривалість повного вилучення осаду, τ , с
0,0010	2,163	141000	2,163	141119
0,0025	5,407	67740	5,410	67801
0,0050	10,814	38910	10,814	38942
0,0075	16,221	28130	16,221	28154
0,0100	21,628	22350	21,628	22366
0,0125	27,035	18700	27,035	18710
0,0150	32,442	16160	32,442	16171
0,0175	37,849	14290	37,849	14295
0,0200	43,256	12840	43,256	12846
0,0225	48,663	11690	48,663	11691
0,0250	54,070	10740	54,070	10746

Як видно з таблиці 1, різниця між тривалістю повного вилучення осаду з урахування зміни концентрації є нехтовно малою, отже припущення, зроблене в роботі [2] є обгрунтованим. В той же час, тривалість регенерації суттєво відрізняється. В роботі [3] відмічається, що попередня криетріальна залежність отримана при завищених значеннях коефіцієнта дифузії. Результати уточнених розрахунків показують, що внаслідок цього спостерігається переоцінка тривалості регенерації в 4-5 разів, отже для більш

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
точного розрахунку необхідно користуватися уточненим критеріальним рівнянням.

Використання уточненого критеріального рівняння дозволяє більш точно передбачати тривалість регенерації мембранних модулів. Крім того, припущення щодо нехтовно малого впливу зміни концентрації промивного розчину на величину коефіцієнта перенесення сами виявилось огрунтованим.

Перелік посилань:

1. Jafari M., D'haese A., Zlopasa J., Cornelissen E.R., Vrouwenvelder J.S., Verbeken K., Verliefde A., van Loosdrecht M.C.M., Picioreanu C. (2020). A comparison between chemical cleaning efficiency in lab-scale and full-scale reverse osmosis membranes: Role of extracellular polymeric substances (EPS). *Journal of Membrane Science*. Vol. 609, 118189, <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118189>
2. Korniyenko Y., Guliienko S., Lialka M. (2015). Mathematical simulation of fouled membrane modules regeneration. *Ukrainian Food Journal*. 2015. Vol. 4. Is. 3, pp. 481-493
3. Huliienko S. V., Korniienko Y. M., Metlina M. S., Tereshenko I. Y., Kaminskyi V. S. (2020). The correction of the dimensionless equation for the mass transfer coefficient estimation during the membrane modules regeneration. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 7(2), pp. F24–F29, [https://doi.org/10.21272/jes.2020.7\(2\).f4](https://doi.org/10.21272/jes.2020.7(2).f4)

УДК 532.137

**MEASUREMENT OF VIBROVISCOSITY OF MIXTURES IN THE
PROCESS OF VIBROEXTRUSION MANUFACTURE OF
FIBROCONCRETE PRODUCTS**

Kramar Olexandra, Andreiev Igor

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

***Abstract.** A method for measuring the vibro-viscosity of a fiber-reinforced concrete mix during vibration extrusion and formulas for its calculation are proposed. The formulas obtained can also be used to determine the rheological characteristics of any non-Newtonian fluids as they flow out of converging channels.*

Key words: VIBRATION VISCOMETER, VISCOSITY, VIBRATION EXTRUSION, FIBER-REINFORCED CONCRETE MIX.

**ВИМІРЮВАННЯ ВІБРОВ'ЯЗКОСТІ СУМІШЕЙ В ПРОЦЕСІ
ВІБРОЕКСТРУЗІЙНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ
ВИРОБІВ**

студентка Крамар Олександра, к.т.н., доц. Андреев Ігор

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

***Анотація.** Запропоновані методика вимірювання вібров'язкості фібробетонної суміші при віброекструзії і формули для її розрахунку. Отримані формули можуть бути використані також для визначення реологічних характеристик будь-яких псевдоньютонівських рідин при їх витіканні зі збіжних каналів*

Ключові слова: ВІБРОВІСКОЗИМЕТР, В'ЯЗКІСТЬ, ВІБРОЕКСТРУЗІЯ, ФІБРОБЕТОННА СУМІШ.

To obtain objective rheological characteristics, it is necessary to use viscometers, in which the material flow would simulate the processing process. This is very important in the case of concrete mixtures containing dispersed reinforcement, since the orientation of the fibers, which occurs due to shear deformation, changes the viscosity of the entire system. In turn, the magnitude of shear deformations that occurs in the process of vibro-extrusion depends on the configuration of fiber-reinforced concrete products.

The paper presents the proposed by the authors formulas for calculating the vibration viscosity by the time of flowing out of a certain amount of fiber-reinforced concrete mix.

When measuring vibration viscosity in the process of manufacturing flat products, it is necessary to ensure the selection of the mixture from the middle part of the dispensing window, where there is no influence of the end zones on the speed of its flow [1], and therefore the possibility of correct use of the analytical formula obtained by the authors [2]:

$$\mu_{\text{в}} = \frac{\rho g L_1^2 L_2^2 (2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 - \sin 2 \varphi_0) t_{\text{в}}}{\sin 2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 (L_1 + L_2) (L_1^2 - L_2^2)},$$

where φ_0 – angle of inclination of the inclined channel wall to the vertical, rad. ($\varphi_0 < 45^\circ$); L_1 – distance from the origin to the exit slice of the hopper (or channel), m; $L_2 - L_1$ – the height of the mixture pillar in the hopper, m; ρ – density of the processed mixture, kg/m³; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – acceleration of gravity.

The design scheme is shown in Fig. 1.

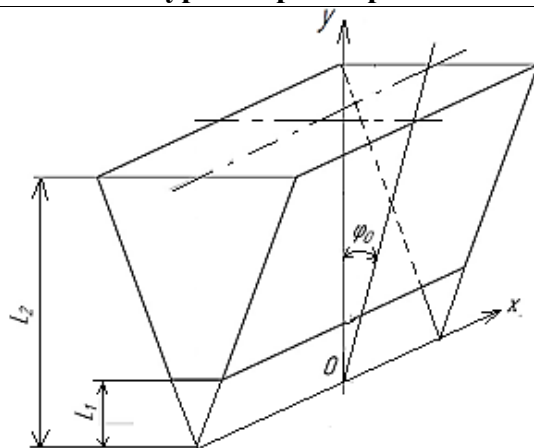


Fig. 1. – Calculation diagram of the process of vibroextrusion of flat products

In the case of the formation of molded products that are square in cross-section (the design diagram is shown in Fig. 2), such a formula is proposed:

$$\mu_B = \frac{3\rho g L_1^3 L_2^2 (2\varphi_0 \cos 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0) t_B}{5 \sin 2\varphi_0 \cos 2\varphi_0 (L_1 + L_2) (L_1^3 - L_2^3)}$$

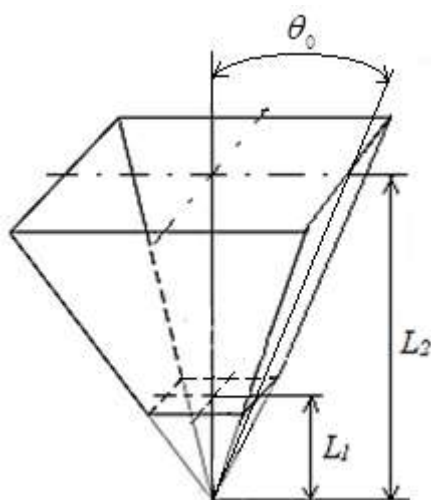


Fig. 2. Calculating diagram of the vibro-extrusion process of molded products square in cross-section

Calculation of vibration viscosity based on the flow time of a certain amount of fiber-reinforced concrete mix greatly simplifies the measurement process and can also be used with a limited amount of material.

References:

1. Вібровіскозиметр для бетонних сумішей: пат. 140266 U Україна: МПК G01N 11/00 (2006.01). № u201908142; заявл. 15.07.2019; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3.
2. Andreiev I. A., Kramar O. V. Improvement of measurement of viscosity of concrete mixtures during vibration extrusion. Modern engineering and innovative technologies. Karlsruhe, 2020. Issue 12, Part 1, P.19–25.

УДК 691.3

**VIBROEXTRUSION FLOW OF CEMENT-SAND SOLUTION IN
CHANNELS OF THE DISPENSER-FEEDER**

Pinchuk Andrii, Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The influence of the form of pyramidal convergence channels of the feeder dispenser on the nature of the leakage of cement-sand mortar is considered, on the basis of which the formulas for calculating the process of vibroextrusion are proposed.*

Key words: DISPENSER-FEEDER, VIBROEXTRUSION, CEMENT-SAND MORTAR.

**ВІБРОЕКСТРУЗІЙНИЙ ПЛИН ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ В
КАНАЛАХ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА**

аспірант Пінчук Андрій, к.т.н., доц. Андреев Ігор

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Розглянуто вплив форми пірамідальних збіжних каналів дозатора-живильника на характер витікання цементно-піщаного розчину, на підставі чого запропоновані формули розрахунку процесу віброекструзійного плин у ньютонівських рідин.*

Ключові слова: ДОЗАТОР-ЖИВИЛЬНИК, ВІБРОЕКСТРУЗІЯ, ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНИЙ РОЗЧИН.

The feeder dosing of cement-sand mortar is an integral part of the vibro-extrusion unit, which is designed for the formation of fibro-concrete products. To speed up

the process of thin layer formation cement-sand mortar and increase the productivity of the feeder dosing unit as a whole, the authors proposed a new design of the device, which contains convergent isolated guide channels regular quadrangular pyramidal shape [1].

The work offers mathematical dependences that describe the process of flow of cement-sand mortar in the channels of the feeder dosing device.

In the practical definition of the reological properties of such mixtures, a phenomenal approach is used that takes the material in question as a homogeneous isotropic environment. Only general reservations are made about the structure of cement-sand mortar. Based on the representations of solidity, the mathematical description of the flow is greatly lighter, macroscopic parameters such as pressure and temperature are possible.

Given that in the vibration field created by standard vibrators, cement-sand solutions are pseudonyton systems, the flow in a separate channel of the feeder can be described by the formula [2]:

$$u_r = \frac{u_{rmax} (\cos 2\varphi_0 - \cos 2\varphi_1)(\cos 2\varphi_0 - \cos 2\varphi_2)}{(\cos 2\varphi_0 - 1)^2} \quad (1)$$

where u_{rmax} – is the maximum flow velocity in the center of the square converging channel, m/s; φ_0 – the angle of inclination of the inclined wall of the channel to the vertical ($\varphi_0 < 45^\circ$), rad .; φ_1, φ_2 – angles of inclination to the vertical projections of the current radius r on the planes yoz and xoz , respectively, rad.

The design scheme is shown in the figure. For easy calculation, the beginning of the spherical coordinate system (r, θ, φ) was selected at the point where the sledding walls of the channel converge.

Current angles φ_1 і φ_2 equation (1) is defined by the formulas:

$$\varphi_1 = \arctg(tg\theta \cdot \sin\varphi), \varphi_2 = \arctg(tg\theta \cdot \cos\varphi).$$

To determine the maximum flow rate in the center of the square convergence channel u_{rmax} the influence of the slant walls of the closed canal to

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
 reduce the flow rate compared to the flow between flat symmetric fixed converge walls was analyzed. As the result, proposed formula:

$$u_{r_{max}} = \frac{0,3\rho g L_1^2 L_2^2 (\cos 2\varphi_0 - 1)}{\mu r \cos 2\varphi_0 \cos^2 \varphi_0 (L_1 + L_2)} \quad (2)$$

where r – current radius, m; L_1 – distance from the origin to the original section of the hopper, m; $L_2 - L_1$ – height of the column of the mixture in the hopper, m; μ – dynamic viscosity, Pa·s; ρ – fluid density, kg/m³; $g = 9,81$ m/s² – acceleration of gravity.

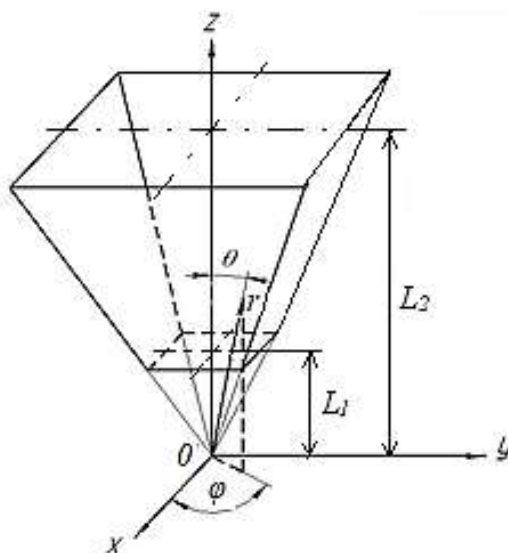


Fig. The design diagram of the flow process in the correct quadrangular pyramidal channel

The joint use of formulas (1) and (2) fully describe the flow of Newtonian liquids in the convergence channels of the correct quadrangular pyramidal shape and can be used in the calculation of vibroextrusies

References:

1. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину: пат. 146706 U Україна: МПК В28 В 1/08 (2006.01) В28 В 13/00 (2021.01). № u202007058; заявл. 03.11.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.

2. Андреев І. А., Смірнова К.О. Плин розчину в каналах дозатора-живильника віброекструзійної установки. Вісник національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут", серія „Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження". Київ, 2010. № 2. С 17-20.

УДК 621.926.4:621.928.1

**DISPERSION AND FRACTIONATION
OF PECTIN-CONTAINING POWDER**

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

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ABSTRACT. The research of dispersion and fractionation of dried plant materials is carried out in the work. Energy-saving modes of dispersion and fractionation processes are also determined.

KEYWORDS: DISPERSION, FRACTIONATION, DRIED PLANT MATERIALS, POWDER, ENERGY-SAVING.

**ДИСПЕРГУВАННЯ ТА ФРАКЦІОНУВАННЯ
ПЕКТИНОВМІСНИХ ПОРОШКІВ**

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

АНОТАЦІЯ. Проведено дослідження диспергування та фракціонування висушених рослинних матеріалів, визначено енергозберігаючі режими цих процесів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИСПЕРГУВАННЯ, ФРАКЦІОНУВАННЯ, СУШЕНІ РОСЛИННІ МАТЕРІАЛИ, ПОРОШОК, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

In the absence of large-scale pectin production in Ukraine, pectin-containing powders are an alternative source. They are used as natural additives in the manufacture of health products, due primarily to the presence of pectin, as well as other useful natural components of raw materials [1–3].

The purpose of the work is to conduct research on the dispersion and fractionation of dried plant materials and to determine the energy-saving regimes

The task of the research is to develop optimal modes of dispersion of dried plant materials; determine the dependence of the micromill performance and power consumption on the rotation speed of the dispersant rotor; to establish the influence of the load on the sieve and the scattering time on the fractionation process.

Objects, equipment and research methods. Dried pectin-containing apples and table beets were used as research objects. Studies of the dispersion process were performed on an 8-MM micromill, the coarse part was ground on a DESI disintegrator, the study of the dispersed composition of powders was carried out on the device 029.

Results. The existing methods of grinding and equipment for its implementation are analysed. The analysis showed that percussion mills are the most suitable for grinding dried pectin-containing apples and table beets [4].

The dispersed composition of pectin-containing powders is determined in the work. The influence of material loading on the sieve and scattering time on the yield of the fine fraction was investigated. It is proved that the scattering process is more influenced by the scattering time.

The graphically shows the effect of rotor speed on the equivalent particle diameter and powder dispersion; differential and integral particle distribution curves depending on rotor speed and scattering time for apple and beet powders; the dependence of micromill productivity and power consumption on the speed of the disperser rotor, etc. The optimal operating speed of the rotor is 50 m/s. At this speed, energy consumption for grinding dried materials is minimal.

It is proved that the fractionation process almost does not depend on the load on the sieve, but depends on the scattering time. It is impractical to increase the process duration over 3 minutes. Increasing the time to 4 minutes increases the mass of the fine fraction by only 2...5%.

The yield of the fine fraction of powders according to the optimal modes of dispersion and separation is: apple – 65...68%, beet – 62...65%. The possibility of re-grinding in order to increase the fine fraction yield is shown.

Conclusions. According to the results of the research, the optimal dispersion regimes, the dependence of micromill productivity and power consumption on the dispersant rotor speed, as well as the effect of load on the sieve and scattering time of apple and beet powders on the fractionation process are determined. On the basis of the conducted researches energy-saving conditions of processes of dispersion and fractionation of pectin-containing powders and proper work of the corresponding equipment are defined.

References:

1. Sniezhkin Yu.F., Shapar R.O., Khavin O.O., Chalaiev D.Y. (2002) Dosvid vykorystannia naturalnykh poroshkiv z roslynnoi syrovyny u molochnykh produktakh [Experience of using natural powders from vegetable raw materials in dairy products]. *Industrial heating technology, application to* no 4. pp. 57 – 59.

2. Shapar R.O., Husarova O.V. (2020) Naturalni dobavky iz roslynnoi syrovyny [Natural additives from vegetable raw materials]. *Materials int. scientific-practical conf. "Health foods and dietary supplements: technology, quality and safety"*. (Ukraine, Kyiv, November 19–20, 2020). Kyiv: NUFT. pp. 14 – 16.

3. Van Muorik S.V. (2004) Sovremennyye tendentsii razvitiya promyishlennosti pischevyih dobavok i ingredientov. [Current trends in the industry of food additives and ingredients]. *Food ingredients - raw materials and additives*. no 1. pp. 20 – 22.

4. Baudelaire E.D. (2013) Grinding for food powder production. *Handbook of Food Powders: Processes and Properties Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Woodhead Publishing. pp. 132-149. ISBN 9780857095138. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098672.1.132>.

MELT QUALITY CONTROL DURING POLYMER EXTRUSION

PhD student Novodvorskiy V., Ph.D., Associate Professor Shved M.,
Ph.D., Shved D.

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

ABSTRACT. Methods for estimating the quality of the melt are analyzed, the scheme of cascade disk-gear extrusion with the possibility of determining the temperature homogeneity of the melt in the process of operation at constant productivity is proposed.

KEYWORDS: EXTRUSION, POLYMER, MELT, TEMPERATURE HOMOGENEITY.

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РОЗПЛАВУ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ

аспірант Новодворський В. В., к.т.н, доц. Швед М.П., к.т.н Швед Д. М.

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

АНОТАЦІЯ. Проаналізовано методи для оцінки якості розплаву, запропоновано схему каскадної дисково-шестеренної екструзії з можливістю визначення температурної однорідності розплаву в процесі роботи при незмінній продуктивності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСТРУЗІЯ, ПОЛІМЕР, РОЗПЛАВ, TEMPERATYRNA OДHOPІДHІCTЬ.

Uniform distribution of components in the polymer melt ensures the achievement of the required properties (anti-aging, strength, flexibility, etc.) and, accordingly, higher quality polymer products.

The extrusion process can be controlled and regulated by various methods. Statistical methods are often used when sampling and comparing the general dispersion with the actual value of the standard deviation of the concentrations of the dispersed medium. Known in this case is the mixing index [1]:

$$J = \frac{s^2}{\sigma^2} \quad (1)$$

де s^2 - experimental dispersion of the dispersed medium, σ^2 - general dispersion.

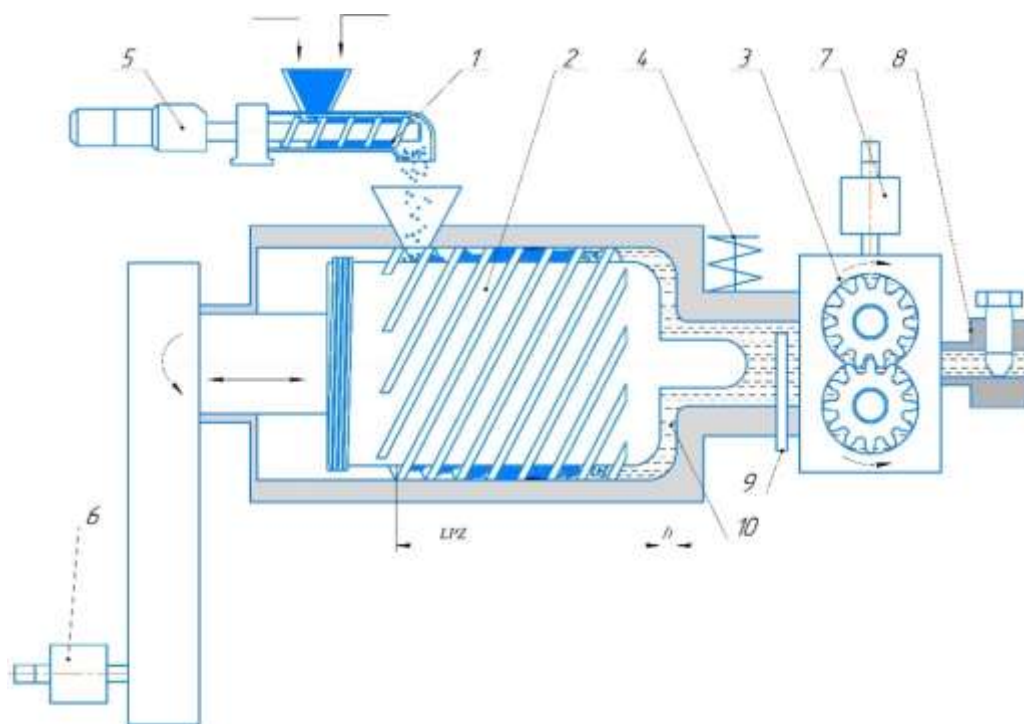
Statistical criteria for assessing homogeneity are widespread [1], but in the extrusion of polymers it is better to use parameters that allow you to analyze the state of the mixture during operation, determining the parameters on which the process depends significantly. This parameter is the temperature, or rather its inhomogeneity, that is the distribution in the cross section of the melt flow by which we can judge the temperature homogeneity of the melt.

Figure 1 shows the scheme of disk-gear extrusion. The dispenser 1 feeds the polymer composition into a disk extruder 2 where they melt in the loading - plasticizing zone (LPZ) and mixed in the disk gap h , after which, the prepared polymer composition is pumped by a gear pump 3. Temperature inhomogeneity of the melt is measured by a comb thermocouple 9 from a disk extruder.

Temperature and mechanical homogeneity are interrelated and when temperature homogeneity is achieved, it can be argued that mechanical homogeneity is achieved with the corresponding melt quality [2, 3].

It has been shown experimentally that the temperature of the melt during extrusion can vary significantly in the cross section of the melt flow. Thermocouples that measure the value of temperature at only one point are not able to determine its fluctuations, so it is proposed to use grid thermocouples [4],

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
which measure the temperature at different points in one of the cross sections of the ignition flow.



1 - screw batcher; 2 - disk extruder; 3 - gear pump; 4 – compensator; 5,6,7 - engine;

8 - throttle device; 9 - comb thermocouple; 10 – disc gap

Figure 1 - Disk extruder installation scheme

In the proposed cascade disk-gear extruder is used as a melter-homogenizer disk extruder, operating at a metered supply. This option allows directly in the process of constant performance, to control the thermo-mechanical load on the polymer due to the possibility of changing the speed of the extruder's disc 2 and to adjust the homogeneity of the melt due to the possibility of changing the disk gap h , the optimal value of which is the minimum temperature deviation from the average integrated melt temperature.

References:

1. Торнер Р.В., Акутин М.С., Оборудование заводов по переработке пластмасс.- М.: Химия. 1986.-400;

2. Wood A.K., (2003), Determination of melt temperature and velocity profiles in flowing polymer melts;
3. Abeykoon, C., Martin, P. J., Kelley, A. L., Li, K., Brown, E. C., & Coates, P. D. (2014). Investigation of the Temperature Homogeneity of Die Melt Flows in Polymer Extrusion. Polymer Engineering and Science;
4. Abeykoon, (2014), A novel model-based controller for polymer extrusion.

ЕНЕРГООЩОДНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕКТИФІКАЦІЇ В МАСООБМІННИХ КОЛОННИХ АПАРАТАХ

к.т.н., доцент Булій Ю.В., к.т.н., доцент Карпугіна М. 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

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

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 сивушної олії та метилового спирту зростала в середньому на 30 %, а кратність концентрування головних і верхніх проміжних домішок підвищувалась на 32 %. При цьому питома витрата грючої 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 грючої 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. Булий 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 663.551

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СПИРТУ З НЕКОНДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

к.т.н., доцент Булій Ю.В. к.т.н., доцент Карпутіна М. 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, ТАРИЛКА

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».

Встановлено, що 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

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

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
обладнання і верхніми частинами колон, для здійснення їх циркуляції за допомогою відцентрових насосів.

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

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВАКУУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ ІЗ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ДРІЖДЖІВ

к.т.н., доцент Булій Ю.В. к.т.н., доцент Карпутіна М. 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

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
дистилянт 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. Булий 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.

ВІТЧИЗНЯНЕ ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКТІВ БЕЗ ГЛЮТЕНУ НА ОСНОВІ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА.

к.т.н., с.н.с. Целень Б.Я., зав.лаб. Ляшко Г.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.*

Ключові слова: ГОЛОЗЕРНИЙ ОВЕС, ГЛЮТЕН.

***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.*

Key words: NAKED OATS, GLUTEN.

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

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (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-tseliakii-yak-diagnostuvaty-i-likuvaty>
2. <https://www.zerno-ua.com/journals/2012/noyabr-2012-god/golozernyy-oves>

INVESTIGATION OF CAVITATION EFFECT ON THE EXTRACTION PROCESS IN COMBINED HYDRODYNAMIC DEVICES

Ph.D., Senior Research Scientist Tselen B. Ya.¹, Doctor of Technical
Sciences, Professor Ivanytskyi G. K.², Ph. D., Senior Research Scientist
Radchenko N. L.¹, Ph.D. Gozhenko L. P.¹

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

² National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract. The intensification of the extraction process by the enhanced influence of cavitation mechanisms on the treated medium is substantiated. A combined hydrodynamic device is presented, which provides amplification of cavitation effects in the pulsation-type cavitation reactor.

Key words: EXTRACTION, CAVITATION MECHANISMS, PULSATION TYPE CAVITATION REACTOR.

ДОСЛІДЖЕННЯ КАВІТАЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС ЕКСТРАКЦІЇ В КОМБІНОВАНИХ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРИСТРОЯХ

пр.н.с., к.т.н. Целень Б. Я.¹, 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.

The process of extraction of target substances occupies a defining stage in the technological lines of obtaining quality products for the complexes of the pharmaceutical, food and chemical industries.

To solve the problems of research of the extraction process: increase of energy efficiency of the equipment and increase of an output of target components, modernization of the cavitation reactor of pulsation type is made. The developed design of the apparatus provides the extraction process with enhanced effects of cavitation mechanisms on the treated medium at the same technological parameters that are defined for the apparatus of the pulsation type [1]. The increase of cavitation influence on the treated medium occurs under the condition of aggregate powerful dynamic effects in the Venture nozzle of a certain geometry and the working chamber [2]. The fluid flow in the combined pipe more intensively reaches periodically variable velocities, which leads to periodic pressure changes and the emergence of more powerful cavitation effects, which in turn intensifies the convective transfer of target substances at the micro and nanoscale.

Mathematical modeling of hydrodynamic processes in a cavitation reactor [3] is performed, which allows optimized control of technological parameters and modes of extraction of target components. The parameters of initiation of cavitation cluster in the node of amplification of hydrodynamic processes for fixing the visual vision of the influence of pressure pulses during raw material processing and optimization of extraction of target components are determined.

The increase in the intensity of heat and mass transfer in the developed combined hydrodynamic device is due to the occurrence of abrupt changes in the volume of the non-stationary hydrodynamic state, while the system has high-frequency oscillations that differ from oscillations caused by changes in fluid volume. Moreover, these oscillations are not absorbed by the continuous medium,

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
but are dissipated on the interfacial surface, causing a prolonged increase in heat and mass transfer.

References:

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.

ТЕПЛОМАСООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРО БУЛЬБАШКОВОГО ГАЗОРІДИННОГО СЕРЕДОВИЩА В ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ЖОРСТКОСТІ 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

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

Це 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. Установа використовується для очищення води від заліза, марганцю, сірководню, карбон діоксиду, корегування значення рН у відповідності до СанПін 2.2.4 – 171-10 "Гігієнічні

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
 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 % (табл. 1).

Таблиця 1 Показники якості артезіанської води до і після очищення

Показник якості води	Fe, мг/л	Mn, мг/л	Загальна жорсткість, мг-екв/л	pH
До очищення	5,2	0,37	7,5	6,0
Після очищення	0,17	0,05	0,5	7,2
ГДК для України	0,3	0,1	1,0	6,5-8,5
ГДК для ЄС	0,2	0,05	1,0	6,5-8,5

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.

ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ ДІВЕ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ

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

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

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÷4 мм в

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

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÷55% після 30 хвилин диспергування. Вугільну суспензію після віброфільтра доводили до масової концентрації 60÷65% і подавали в змішувач для диспергування і гомогенізації протягом 5 хвилин.

Седиментаційну стійкість ВВС визначали по висоті шару осажденої дисперсної твердої фази і зміні технологічних характеристик з плином часу. Отримані залежності показали стабільність ВВС протягом 5÷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÷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÷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.

ХАРАКТЕР ТЕЧІЇ ВОДНОЇ СУСПЕНЗІЇ СОЛОМИ ПШЕНИЧНОЇ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ ПРОТЯГОМ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ

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 задавалися 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. Втрати 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.

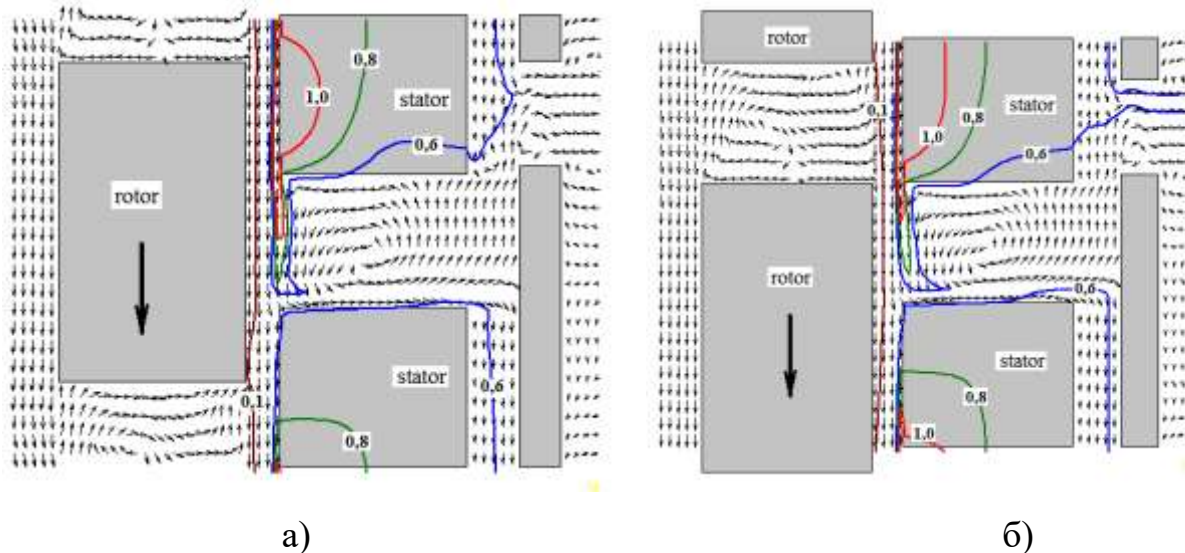


Рис. 1 Поле швидкості і розподіл надлишкової температури Δt в робочій зоні роторно-пульсаційного апарату при обробці водної дисперсії солом: а - $\mu = 0,09$ Па·с; б - $\mu = 0,107$ Па·с.

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. *Доповіди 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 66.048.3

CLEANING OIL WITH COLUMN DEVICES

undergraduate Rudyi O.D., Ph.D., Assoc. Stepanyuk A.R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***ABSTRACT.** The article considers the basics of technology of selective purification of oils. The main types, structure and principle of operation of column extractors are considered.*

KEY WORDS: SELECTIVE CLEANING, OIL, COLUMN

ОЧИСТКА МАСТИЛА КОЛОННИМИ АПАРАТАМИ

магістрант Рудий О. Д., , к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

***АНОТАЦІЯ.** В статті розглядається основи технології селективної очистки масел. Розглянуто основні типи, будову та принцип роботи колонних екстракторів.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СЕЛЕКТИВНА ОЧИСТКА, МАСТИЛО, КОЛОНА

Selective purification - the process of refining crude oil, aimed at improving the quality of oil fractions. It is based on the extraction of raw materials with a selective solvent, followed by distillation of the solvent from the raffinate and extract solutions. It can be carried out for both distillate and residual raw materials. In the process of selective purification from the raw material extracts undesirable for commercial oils components - resin-asphaltene substances, heteroatomic compounds and polycyclic aromatic carbohydrates with short side chains. The

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
target product of the process is raffinate - a purified oil fraction consisting mainly of paraffinic and naphthenic hydrocarbons [1, 2].

Extractors in which the mutual motion and separation of the contacting phases are generated by gravitational forces are called gravitational, or columnar, unlike to centrifugal extractors, where the interaction and separation of phases are due to the field of centrifugal forces.

Column extractors for the liquid-liquid system are divided into devices without energy supply and with energy supply. The former include spray, nozzle and mesh extractors, the latter - mixing-settling, rotary, pulsating, vibrating and others.

Spray extraction devices are hollow columns in which one of the phases moves in a continuous stream, and the other - in the form of drops.

These devices are simple in design, but not very effective. Nozzle extraction columns are similar in design to nozzle columns for rectification and absorption processes. As nozzles in them use mainly Rashig's rings which stack on basic lattices of grid-iron type.

The mesh extraction column (Figure 1) has a vertical cylindrical body 1 and perforated (mesh) plates 2, equipped with overflow devices 3. It works as follows.

The heavy phase of TF through the fitting 4 is fed continuously into the column, a continuous flow down the column and removed through the fitting 7. The light phase of LF continuously enters through the fitting 6 into the column under the lower plate 2. under the next plate. In the upper part of the dispersed phase coalesces into a continuous layer, forming the level of the phase separation and is removed through the fitting 5. In the process of formation of droplets and their movement, the process of mass transfer.

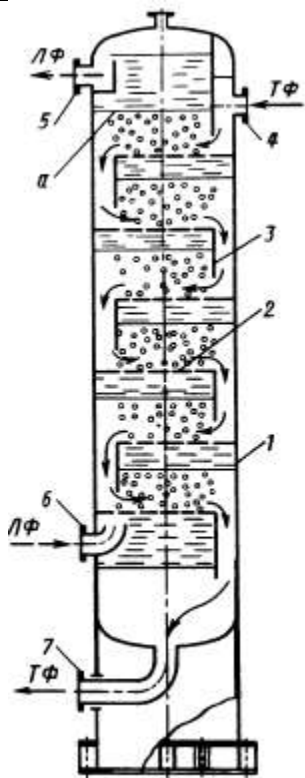


Figure 1 - Mesh column

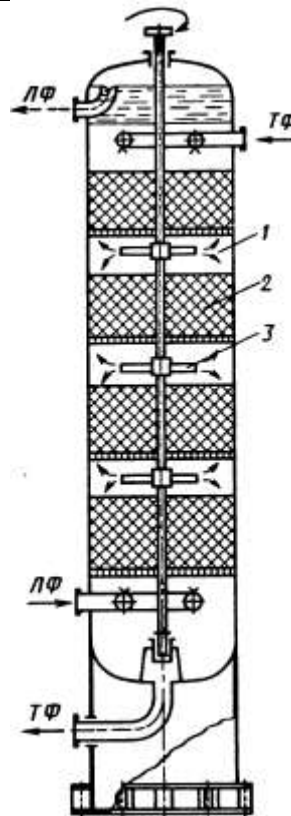


Figure 2 - Shaibel column

One of the first designs of rotary extractors is the Scheibel column (Figure 2), consisting of mixing 1 and settling 2 alternating sections. For mixing in the mixing sections are placed stirrers mounted on the shaft 3. Settling sections are filled with a nozzle (braided mesh with large cells).

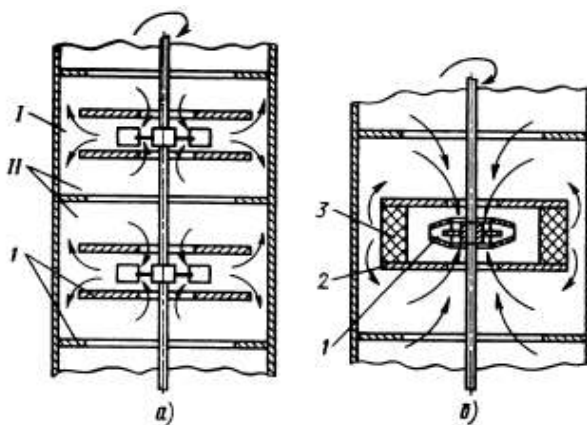


Figure 3 - Extraction column with stirrer

In the structure shown in Figure 3 a), the mixing section is isolated from the settling section II by horizontal stator rings 1. In later designs of Shaibel columns (Figure 3 b) phase mixing is carried out by turbine stirrers 1 in the area between the fixed annular partitions 2 and the wire mesh layer. 3. Rotor-disk extractor is a column on the axis of which the rotor is mounted in the form of a vertical shaft with round horizontal disks. The disks rotate in the cavity of the section formed by the stator rings fixed on the case. The rotor is rotated by an electric drive. The light phase of LF is introduced into the device from below, and the heavy TF - from above.

Under the action of rotating disks, the phases in the sections carry out a complex circulating motion, in which the radial and axial motion of the fluid are combined. Dispersed and continuous phases move countercurrently; the drops are crushed by disks, thrown to the periphery of the column, in contact with the walls of the column and with each other. Simultaneously with the crushing of the drops is their coalescence. [2]

Although the Scheibel column is characterized by low VETS, but also low performance. Such devices process large volumes of solutions, which consumes a large amount of time and energy. There is also a need for large and one-time loading of the extractant. During prolonged operation of the device there are excessive loads on the rotating elements that cause rapid wear, as well as possible fires in the engines of the devices. The reliability of the column also reduces the increased sensitivity to solid contaminants, as well as high metal content. [3]

Conclusions. The main types of column extractors for oil purification were considered in the work. However, the mesh column has advantages due to the simplicity of construction compared to the Scheibel column

References

1. Rudyi O.D. / MODERNIZATION OF THE OIL EXTRACTION PURIFICATION UNIT // Rudyi O.D., Stepanyuk A.R. Collection of abstracts of

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
the XIX International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Resource and Energy Saving Technologies and Equipment" (November 25-26, 2020). Kyiv) / Compiled by Y.M. Kornienko. - К. : "KPI them. Igor Sikorsky », 2020. - 305 p.

2. Installation of selective cleaning of oils [Electronic resource]. - 2014. - Resource access mode: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=796250#text>.

3. "Machines and apparatus of chemical production and construction materials enterprises" / I.I. Ponikarov, O.A. Perelygin, V.N. Doronin, M.G. Gainullin. - М.: Mashinostroenie, 1989. – 368p.

4. "Extraction. Principles and applications in metallurgy. Ritchie G.M., Ashbrook A.V. Holland, 1979, Translation. from English - М., Metallurgy, 1983. 480p.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПОДАЧІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

гол. технолог Щепкін В.І., пр.н.с., д.т.н. Іваницький Г.К.,

їпр.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, ЛОПАТІ ПОДВІЙНОЇ КРИВИЗНИ, ЦИЛІНДРИЧНІ ЛОПАТІ, 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

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

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
шаром рідини, який визначається візуалізацією потоку в примежових шарах колеса методом змивання сирі 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 сирі 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.

**PERSPECTIVES CREATION EQUIPMENT FOR
MANUFACTURING OF MONOFILAMENT FOR 3D PRINTING**

Polishchuk O.S., Skyba M.E., Polishchuk A.O., Lisevich S.P.

Khmelnyskyi National University

**ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ МОНОФІЛАМЕНТУ ДЛЯ 3D-ДРУКУ**

Поліщук О.С., Скиба М.Є., Поліщук А.О., Лісевич С.П.

Хмельницький національний університет

Abstract. *Prospects for the creation of equipment for the manufacturing of monofilament for 3D printing are considered. The definition of additive technology is given. The tasks which need to be solved at creation of the device for manufacturing of a monofilament are resulted. Describes the design scheme and principle of operation of the extruder. A review of developers of equipment for the manufacture of monofilament.*

Ключові слова: ПОЛІМЕРНИЙ МАТЕРІАЛ, АДИТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ, МОНОФІЛАМЕНТ, ЕКСТРУДЕР, 3D-ДРУК.

Анотація. *Розглядаються перспективи створення обладнання для виготовлення монофіламенту для 3D-друку. Дається визначення адитивної технології. Приводяться задачі, які необхідно вирішити при створенні пристрою для виготовлення мононитки. Описується конструктивна схема та принцип роботи екструдера. Здійснюється огляд розробників устаткування для виготовлення монофіламенту*

Keywords: POLYMERIC MATERIAL, ADDITIVE TECHNOLOGY, MONOFILAMENT, EXTRUDER, 3D PRINTING.

Today, additive technologies are widely used in enterprises, firms and in everyday life.

Additive technologies are innovations in industry and production, digital innovations using 3D printing [1].

Additive technologies - the manufacture (construction) of a physical object (part) by layer-by-layer application (addition, English - "add") of the material, in contrast to traditional methods of forming parts, by removing (subtraction - subtraction) of the material from the workpiece.

The use of additive technologies in various industries, in particular in light, has significant advantages over other methods of manufacturing parts and products, in particular: saving resources; acceleration of the manufacturing process; accuracy of parameters; mobility.

Every company, firm, educational institution, household consumers who use 3D printers need consumables. One of the factors holding back the development of FDM printing is the relatively high cost of consumables. The difference between the costs of raw materials (granules) used to make monofilament and the cost of the finished monofilament in some cases can reach dozens of times.

Portable, desktop devices (extruders) for making monofilament from granules or polymer waste can help to solve this problem. Such installations will significantly reduce the cost of printing and improve the environment.

In order to reduce the cost of consumables, you need to develop your own extruder to produce plastic thread for a 3D printer, which in turn will significantly reduce the cost of purchasing consumables. It can be made based on practical skills and theoretical knowledge.

To achieve this goal you need to solve the following problems [1]:

1. Monitor existing devices for the manufacture of polymer monofilament and their price range.
2. To study typical designs of devices.
3. Develop your own analogue of the device.

4. Calculate the cost and profitability of the extruder for the manufacture of monofilament.

An extruder is a device for forming products by melting or thinning consumables and extruding mass through a hole of a certain shape.

Figure 1 shows a diagram of the extruder for the manufacture of monofilament [2].

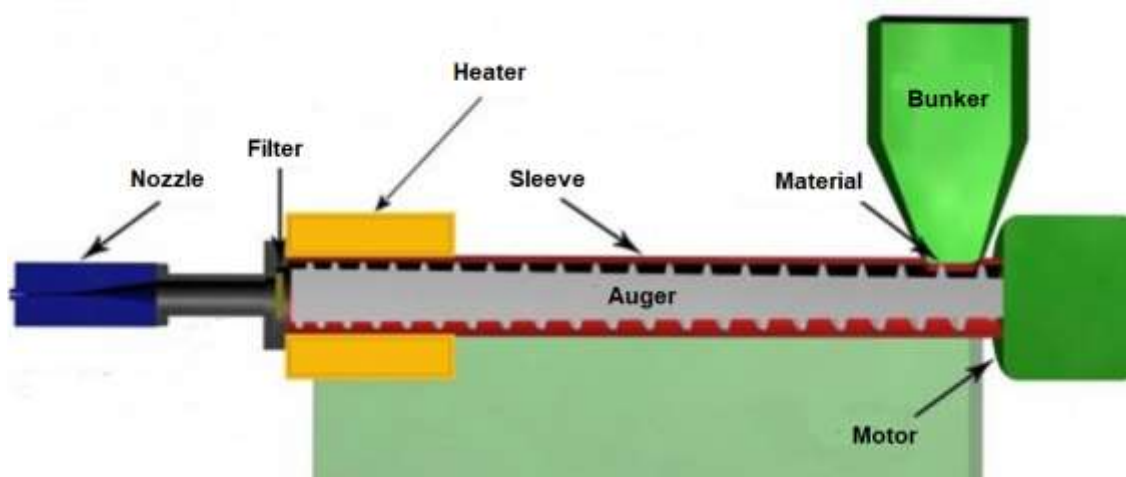


Fig.1. Scheme of the extruder for the manufacture of monofilament

The principle of operation of the extruder for the manufacture of monofilament is as follows. Granules or crushed polymer waste are poured into the hopper. The stepper motor rotates the auger, captures the polymeric material and moves it along the material cylinder (sleeve) to the heating element, which melts the raw material to a plastic state. Next, the molten material enters the cylindrical head of the extruder, where the finished rod, for example with a diameter of 1.75 mm, is extruded under the action of pressure, which creates an auger. Subsequently, the monofilament is cooled and wound on a spool.

After analyzing the Internet resources for companies engaged in the manufacture of such devices, we can conclude that only one company in Ukraine is trying to implement this task.

Among foreign manufacturers of this equipment, more progress has been made in this regard. About twenty developers are engaged in this direction, who

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
managed to bring this equipment to industrial design. Among them are the following brands: Filabot, Filastruder, Lyman extruder, Filabot Original, Filabot Wee and others.

In the manufacture of monofilament for 3D printing, along with the economic benefits that can be obtained, you should take into account some other technological features, namely that not all types of plastic can be remelted, and repeated processing leads to degradation of the material.

This problem can be solved by using primary granules and mixing them with crushed secondary polymer. In general, this can lead to significant savings in the manufacture of materials for 3D printing.

As a result of the creation of a device for the production of monofilament for 3D printing, it will be possible to conduct experiments with different materials, create monofilaments with specified properties and reduce the amount of polymer waste, thus improving the environment.

Literature.

1. Krutov E.S. Development of an extruder for the manufacture of plastic filament for 3D printers (FDM) / Young scientist. - 2020. - No. 26.1 (316.1). - P.21-24.

2. Home production of a bar or Economy should be economical [Electronic resource]. - Access mode to the resource: <https://3dtoday.ru/industry/domashnee-proizvodstvo-prutka-ili-ekonomika-dolzna-byt-ekonomnoy.html>.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Кармаліта А.К., Поліщук А.О.

Хмельницький національний університет

Анотація. *Описується роль промислових роботів в технічному оснащенні підприємств легкої промисловості. Наводяться ознаки по яких можна вирішити задачу орієнтування та контролю положення деталей виробів одягу та взуття. Описуються задачі орієнтування деталей. Наводиться перелік технологічних операцій, де можуть знайти застосування промислові роботи.*

Ключові слова: ПРОМИСЛОВИЙ РОБОТ, ЛЕГКА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ДЕТАЛІ ОДЯГУ ТА ВЗУТТЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ, ОРІЄНТУВАННЯ.

Технологія виготовлення одягу та взуття постійно змінюється з появою нових матеріалів та зростанням технічного прогресу. Промислові роботи займають все більшу частку в технічному оснащенні підприємств легкої промисловості. Більша частина з них це не адаптивні програмні роботи, які працюють по жорсткій програмі. Менша частина це адаптивні роботи, які мають сенсорні захвати. Якщо для програмних роботів необхідне обов'язкове впорядкування середовища об'єктів обробки то для адаптивних потрібні сенсорні захвати, які будуть розпізнавати положення тих же об'єктів. Як в першому так і в другому випадку необхідно створити системи для контролю положення об'єктів роботизації. Очевидна необхідність в наукових дослідженнях, направлених на створення ефективних способів контролю, отримання чітких рекомендацій і типових методик розрахунку

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

контролюючих пристроїв, а також розробка конструкцій цих пристроїв. На відміну від приладобудівної та машинобудівної промисловості, де орієнтування та контроль положення в основному виконується по геометричних ознаках об'єкта, в легкій промисловості потрібно виконувати додатковий вид контролю положення – по властивостях поверхонь, тому що деталі одягу та взуття з шкіряних матеріалів мають лицьову та бахтарм'яну поверхні, а деталі із штучних матеріалів та тканин мають лицьову та виворотну сторони, які мають різні властивості.

Задачі орієнтування включають в себе елементи проблеми розпізнавання об'єктів, а саме розпізнавання положення об'єктів по відношенню до робочих органів технологічних машин чи захватів промислових роботів. Признаками для розпізнавання є властивості асиметрії деталей: форми, фізичних властивостей, положення центра мас, властивостей поверхонь. Деталі з асиметрією форми поділяються на ті, що мають асиметрію зовнішньої поверхні (виступи на торцях, пази на циліндричних поверхнях та ін.) і на ті, що мають асиметрію внутрішніх поверхонь. Деталі з асиметрією фізичних властивостей мають асиметрію магнітних, електричних, пружних та інших властивостей. Деталі, що мають асиметрію центра мас, діляться на деталі, в яких центр мас співпадає з геометричним центром деталі і в яких центр мас не співпадає з геометричним центром деталі. Деталі з асиметрією властивостей поверхонь поділяються на тих, що мають асиметрію твердості, шорсткості, пружності, щільності, електропровідності, кольору, коефіцієнта тертя та інших властивостей. В залежності від характеристик, для кожного конкретного об'єкта можна вибрати один із відомих методів контролю його положення. Контроль положення деталі на позиції орієнтування може бути пасивним (калібри для контролю розмірних характеристик) чи активним (з використанням датчиків для подачі управляючих сигналів на виконавчі механізми).

Більшість деталей одягу та взуття обробляється і поступає на складання в плоскому вигляді і тільки в процесі складання набуває просторової форми.

Автоматичне орієнтування таких деталей є більш складною задачею чим орієнтування тіл обертання по тій причині, що плоскі деталі можуть мати більше число різних положень. Крім того задача ускладнюється ще додатковими факторами: невеликою жорсткістю деталей, складною конфігурацією, неточністю розмірів, асиметрією властивостей поверхонь, великою кількістю типорозмірів, парністю деталі та ін. Перелік технологічних операцій, де можуть знайти застосування промислові роботи, дуже різноманітний. Це і завантаження і розвантаження позицій обробки об'єктів в технологічних машинах, складування і пакування виробів, фарбування і очистка поверхонь, між операційне транспортування, комплектація та інші.

Таким чином, для активної взаємодії промислового робота як програмного так і адаптивного з реальним навколишнім середовищем, необхідна інформація про властивості і стан цього середовища в робочій зоні. Співставлення цієї інформації з аналізом «стану» самого робота, його виконавчих органів відносно об'єктів ціленаправлено формують оптимальні дії промислового робота. Основні параметри стану робота (положення і швидкість переміщення його елементів, зусилля в ланках та інші) і середовища (положення і орієнтація предметів, їх форма, параметри збудження які поступають на робот в процесі його роботи) визначаються сенсорними пристроями робота, які складають основу інформаційної системи його сприйняття. Розрізняють сенсорні пристрої внутрішньої і зовнішньої інформації. Це в більшості випадків перетворювачі механічних параметрів (переміщень, обертань, зусиль, тисків, крутних моментів) в електричні сигнали, що застосовуються в системах управління об'єктами. Сенсорні пристрої зовнішньої інформації призначені для отримання відомостей про стан зовнішнього середовища. Інформація збирається з допомогою тактильних, оптичних, ультразвукових, пневматичних та інших датчиків. Інтелектуальні роботи, завдяки оснащенню мікропроцесорною технікою, можуть самостійно координувати свої дії із сприйманням форм, розмірів,

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
стану і положення об'єктів. Характерна їх властивість це можливість адаптивного перепрограмування.

Різні аспекти застосування промислових роботів в легкій промисловості розглядаються, як правило, в рамках типових проектів промислового виробництва: виходячи з наявних вимог, вибирається оптимальний варіант, в якому конкретизований необхідний для даної задачі тип роботів, їх кількість, необхідна інформаційна система, а також вирішуються питання інфраструктури живлення (силові підводки, подача охолоджуючої рідини – у разі використання рідинного охолодження елементів оснащення) та інтеграції у виробничий процес (забезпечення заготовками/напівфабрикатами і повернення готового продукту в автоматичну лінію для передачі наступній технологічній операції).

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПРЕСОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ МАРКУВАННЯ, КЛЕЙМУВАННЯ ТА ТИСНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Лучинський М.А., Первак А.А, Поліщук О.С.

Хмельницький національний університет

Анотація. *Описуються характеристики пресового обладнання та типи приводів, що застосовуються в ньому. Здійснюється огляд існуючого обладнання, що використовується на підприємствах легкої промисловості для виконання операцій маркування, клеймування та тиснення деталей та виробів. Визначаються режими роботи пресового обладнання та описується шлях його удосконалення за рахунок впровадження лінійних електричних двигунів в якості приводу. Наводяться переваги удосконаленого обладнання.*

Ключові слова: ЛЕГКА ПРОМИСЛОВІСТЬ; ПРИВОД; ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ, ПРЕСОВЕ ОБЛАДНАННЯ, ЛІНІЙНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН.

Швейна, взуттєва, трикотажна та шкіряно-галантерейна промисловості мають ряд специфічних особливостей, що відрізняють одну галузь від іншої, а разом з тим існують технологічні процеси, які потребують обладнання ударної дії, є спільними для цих галузей. Вирубання та перфорація деталей, клеймування та маркування, встановлення металевої фурнітури використовуються у всіх цих галузях. Машини для виконання даних операцій проектуються на базі загальних теоретичних принципів і вміщують аналогічні елементи схем і конструкцій.

На підприємствах легкої промисловості представлений широкий спектр обладнання для виконання розглянутих операцій. Дане обладнання

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
відрізняється: призначенням; діапазоном створюваних зусиль; робочим ходом виконавчого інструменту; типом приводу; режимом роботи; споживаною потужністю тощо [1].

В обладнанні використовується механічний, електромеханічний, гідравлічний та пневматичний приводи. Воно може працювати в квазістатичному та динамічному режимах роботи. При квазістатичному режимі роботи робочий орган рухається в межах 0,1...0,5 м/с, при динамічному режимі більше 0,5 м/с.

Сьогодні, серед світових виробників одягу, взуття, шкіряно-галантерейних виробів актуальним є питання створення продукції високої якості. Таку продукцію можна випустити тільки на високоефективному обладнанні.

З метою виявлення шляхів модернізації наявного обладнання та розробки нового, проведемо огляд існуючого обладнання, що використовується на підприємствах легкої промисловості для виконання операцій маркування, клеймування та тиснення деталей та виробів.

Потреби підприємств в нанесенні маркувальних знаків випереджають існуючі можливості для забезпечення виконання операції маркування. В більшості випадків, на підприємствах загального машинобудування, легкої промисловості для виконання даної операції використовується обладнання, яке було випущено десятки років назад. Проводилася його модернізація, з'являлися прогресивні пристрої, які дозволяють якісно виконувати маркувальні роботи різної складності.

Більш широко, обладнання для виконання операції маркування ударом застосовується в загальному машинобудуванні. За допомогою нього наносять маркування на деталі із сталі, чавуну, бронзи, алюмінію, міді, скла, пластику і інших матеріалів при виробництві, наприклад, машин та пристроїв для потреб легкої промисловості.

Найвідомішими виробниками даного обладнання є фірми: «Automator International» (Італія), «Edward Pryor» (Англія), «SIC Marking» (Італія),

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" «Technomark» (Франція), «Perfect Laser Co. Ltd» (Китай), «Mark First» (Швейцарія), «Wuxi» (Китай), «Houston Alliance» (Швейцарія) тощо.

Для маркування і клеймування деталей одягу та взуття із різних матеріалів використовують машини КДВ-1-О, 06049/P3 (Чехія), ТЗФ фірми «Сігма» (Італія), № 5 фірми «Бусмк» (Англія), 341BF фірми «Sicomex» тощо [1].

Основними характеристиками даного обладнання є: вид приводу; зусилля маркування; хід ударника; потужність, що споживається тощо. Дане обладнання має механічний, електромеханічний та пневматичний приводи. Найбільш розповсюджений механічний та пневматичний приводи. Обладнання з електромеханічним приводом зустрічається в зразках застарілого обладнання. Прикладом може бути машина КДВ-1-О.

Також одним із найбільш розповсюджених способів маркування є ударно-точкове. Технічні характеристики даного обладнання такі ж самі, як і в обладнанні для виконання ударного маркування. Їх аналіз показав, що на теперішній час використовується два методи приведення в дію голок – за допомогою пневматичних пристроїв, що подають стиснене повітря до модулів обладнання для маркування та за допомогою електричних магнітів.

Застосування приводу з використанням лінійних електричних двигунів (електричних магнітів) веде до збільшення швидкодії та продуктивності обладнання в цілому та зменшення енерговитрат.

В більшості випадків, операцію тиснення деталей одягу, взуття та шкіргалантерейних виробів виконують на тому ж обладнанні, що і операцію перфорування. Зокрема це преси ПГТП-45, 22ES фірми «Schoen» (Німеччина), 523 фірми «Omac» (Італія), PP-10 фірми «Leibrock» (Німеччина), PLT2001 фірми «Atom» (Італія) тощо. Існує пресове обладнання, яке безпосередньо виконує дану технологічну операцію. Прикладом може бути гідравлічний прес 730/300S фірми «Omac» (Італія), обладнання фірми «PMF» тощо.

Як показав проведений огляд, в основному, для виконання операції тиснення деталей використовується гідравлічний привод, але зустрічається пресове обладнання із електромеханічним приводом STM10 фірми «Отас» (Італія)). Фірма «PMF» випускає обладнання для виконання даної операції тільки із пневматичним приводом (марки 130, 132, 204, 205, 213, 236, 334, 355). Виключенням є прес марки 590, який має гідравлічний привод. Застосування приводу з використанням лінійних електричних двигунів в обладнанні для виконання даної операції не знайдено.

Огляд технічних характеристик показав, що дане пресове обладнання працює в квазістатичному та динамічному режимах роботи.

Основним споживачем електроенергії в пресовому обладнанні є електричний двигун, що приводить в дію основні механізми машини, насос чи компресор тощо. Тому, одним із основних напрямків розробки новітнього обладнання є оптимізація роботи приводів, що використовуються (наприклад, використання частотного керування роботою електричного двигуна) або розробка сучасних енергозберігаючих приводів (використання лінійних електричних двигунів (ЛЕД)). Цей напрямок прийнятий у світовій практиці і інтенсивно розвивається, чому активно сприяють події, які збіглися в часі: дефіцит енергоресурсів, що намітився, відчутний ріст їх вартості, стрімкий розвиток силової електроніки і мікроелектроніки.

Описаний шлях удосконалення пресового обладнання веде до підвищення продуктивності, підвищення надійності і довговічності, ремонтпридатності та зменшення енерговитрат обладнання і підвищення якості виконання технологічних операцій.

Впровадження ЛЕД в устаткуванні для виконання розглянутих технологічних операцій дасть змогу розробляти та виготовляти конкурентоздатне енергозберігаюче пресове обладнання.

Література.

1. Поліщук О. С. Електромеханічне пресове обладнання на підприємствах легкої промисловості: монографія / О. С. Поліщук – Хмельницький: Видавництво PolyLux, 2018. – 285 с.

MODERN TREND IN THE RESEARCH OF THE MIXING PROCESSES

student Kalynovskyi A.S., assistant professor Ph. D. Huliienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: *The description of the main trends in the researches of the mixing processes in liquid phase are represented.*

Key words: MIXING, AGITATOR, ENERGY CONSUMPTION, EFFECTIVITY

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПРОЦЕСІВ ЗМІШУВАННЯ

студент Калиновський А.С., доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: *Наведено опис основних напрямків досліджень процесів перемішування в рідкій фазі.*

Ключові слова: ПЕРЕМІШУВАННЯ, МІШАЛКА, ЕНЕРГОВИТРАТИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ

The homogenization is main goal in the production of the most products in chemical industry. The geometrical parameters of the mixing system especially form of the agitator have a significant influence on the uniformity of the production and the energy consumption during the manufacturing process. In the technological line of the potassium chloride production [1] the mixing is used for the production of the potassium and chlorine pulp, therefore, this process is

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
important part of the whole technology. Therefore, in for the modernization of this scheme it is necessary to consider the modern trends in the researches of the mixing processes, based on the scientific publications.

Stelmach and al [2] describe the investigation of the increasing of the power consumption during the discharging of liquid from mixer with rotating impeller. The impeller still operate during the discharging with aim to avoid solid particles precipitation. This study is important since the increasing of the power consumption may lead to the overheating of the engine and ever its damage. Also this phenomenon was not beet investigated largely before.

The tests were carried out in the glass reservoir with the plane bottom. The turbine with the six impellers was installed on the high of 100 mm over the bottom. The measurements were carried out with using of the measuring system Velocimetry Image Lacet PIV with two impulse lasers with maximal power of 135 mW.

The results of the experiments, represented in work [2], allow composing the previous hypothesis about the mechanism of the power consumption increasing during the operation of the axial impeller during the pumping the liquid in the reservoir. According to the results of the of the analysis of the velocity distribution for the liquid level in the reservoir $h_w=140$ mm, the liquid flows in the direction of the liquid pumping thorough the rotating operating disk, and for $h_w = 120$ mm the liquid flows in the reverse direction that is to the bottom of the reservoir. This takes place when the liquid level over top part of the impeller is about 10-15 mm. It may be assumed with high probability, that in this moment the layer if the liquid is so thin that there is no possibility for closing in it the secondary circulating lines namely axial-radial circulation. The operating disk accumulates the liquid in front of impeller. At the same time the liquid flux, which is pumped out from operating disk zone with relatively high velocity, became flow to the bottom of the reservoir, changing in this way the direction of the circulation.

In work [3] the experimental research of the dynamics of the flux in the standard vessel for mixing with the radial partitions, filled in by water with the

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
impeller, which pumped water down is represented. The research is mainly focused on the detection and analysis of the quasi-periodic or periodic low frequency phenomenon, associated with the orders of the time and length, which are much greater than frequency of the passing of the knife. This phenomenon is known as macro-instability of the flux and its significant variations can influence on structural integrity of the flux and even on the vessel itself.

The turbine type agitator was used for experiments. 2D PIV measurements were carried out in the limits of 3 chosen planes:

- Plane A-A is situated near the center of the vessel, in front of the opposite partitions
- Plane B-B is passing thorough center of the vessel at an angle 22.5° relative to the plane of the partitions.
- Plane C-C- is crossed the partition.

The important conclusion is that fact that there are several "blanking zones", which do not participate in general macromixing as in the plane A-A, as in the plane B-B. One of the "blanking zones" is located under the hob of the impeller directly above the bottom and the wall of the vessel and another zone is located near the lover angle of the wall. Further, the "blanking zones" in both planes may be observed in the region directly under level near the center of the vessel and directly above the hob of the impeller. The represented research provides the deeper understanding of the dynamics of the macro-instability, which is induced by the mixing process in the standard mixing vessel.

In work [4] the general description of the most widely used mixing processes, hydrodynamical conditions and geometrical configurations of the mixing equipment, which influence on the process is represented. The dimensionless characteristics of the of the mixing process were obtained by the theoretical analysis. These characteristics is used for the evaluation of the significant set of the experimental data with different configuration of the mixing equipment.

Based on the grate set of the experiments is was shown the way in which the flux caused by the pumping and circulation action of the mixer, influence on the parameters and energy consumption of the homogenization and suspending depending from geometrical configuration of the mixing equipment. This comprehensive review allows optimizing the construction and position of mixing equipment.

The shape of the velocity profile during the unloading of the hydrodynamically optimized impellers, the directional flux in the cylindrical vessel with the radial partitions, and its high hydrodynamical effectivity allow using this operating disk for the increasing of the effectivity of the homogenization and suspending processes.

Therefore, the main direction of the researches of the mixing processes are associated with the determination of the mechanisms of energy consumption in the special regimes and the determination of the hydrodynamical condition and its influence on the processes effectivity.

Refreneces:

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), ч. I, изд.4-е, испр. Л., Изд-во «Химия», 1974.
2. Stelmach, J.; Kunczewicz, C.; Szufa, S.; Jirout, T.; Rieger, F. The Influence of Hydrodynamic Changes in a System with a Pitched Blade Turbine on Mixing Power. Processes 2021, 9, 68. <https://doi.org/10.3390/pr9010068>
3. Brůha, T.; Procházka, P.; Uruba, V. Investigation of Low-Frequency Phenomena within Flow Pattern in Standard Mixing Vessel Induced by Pitched Blade Impeller. Processes 2021, 9, 545. <https://doi.org/10.3390/pr9030545>
4. Jirout, T.; Jiroutová, D. Application of Theoretical and Experimental Findings for Optimization of Mixing Processes and Equipment. Processes 2020, 8, 955. <https://doi.org/10.3390/pr8080955>

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ НЕЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Неймак В.С., Романець Т.П., Драпак Г.М.

Хмельницький національний університет

***Анотація.** Проведено огляд існуючих систем опалення приміщень. Визначено перспективні напрямки розвитку екологічно чистих систем кондиціонування. Запропоновано систему опалення (охолодження) приміщень та розраховано її параметри.*

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ; КОНДИЦІОНУВАННЯ; ТЕПЛОВІ ТРУБИ.

Науковці дедалі частіше звертають увагу на ті джерела енергії, які до теперішнього часу не використовувалися взагалі або використовувалися у дуже обмеженому спектрі народного господарства. Одним з таких джерел енергії є тепла енергія поверхневих шарів ґрунту, використання якої не забруднює навколишнє середовище. Її використання дозволяє розв'язувати ряд важливих принципових задач по створенню високоякісних, економічних, екологічно чистих та надійно працюючих об'єктів нової техніки що відповідають високим вимогам практики [1].

Необхідність переходу людства на нові види енергії також диктується екологічною обстановкою – деградацією довкілля, ноосфери через те, що найбільш поширені сучасні методи опалення приміщень пов'язані переважно із знищенням енергоносіїв, що супроводжується потоком шкідливих викидів.

В процесі інформаційного пошуку були розглянуті сучасні системи опалення приміщень, робота яких базується на спалюванні енергоресурсів,

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
що шкідливо впливає на навколишнє середовище. Визначним напрямком вирішення даної проблеми являється розробка нових енергозберігаючих екологічно чистих систем опалення та охолодження приміщень.

В основу роботи покладено завдання створити просту за конструкцією та монтажем енергозберігаючу, екологічно чисту та надійно працюючу систему опалення і вентиляції житлових та промислових будівель з необмеженою глибиною розташування теплообмінника.

Для вирішення поставленої задачі пропонується система опалення (охолодження) приміщень, що включає в себе будівлю, повітропроводи частина яких розміщена у теплообміннику в виді системи "труба в трубі", між якими встановлено дискові фіксатори з отворами для сповільнення руху повітря (з метою покращення теплообміну), при цьому система може бути розміщена в землі під кутом до горизонту, який коливається від 45° до 90° , що суттєво спрощує його монтаж, як у вже побудованому будинку так і під час його будівництва, так як для цього лише необхідно зробити отвір за допомогою стандартних бурів [2,3].

З метою перевірки доцільності використання теплової енергії ґрунту виконано розрахунки теплоємності землі і теплових втрат приміщення в зимовий період року які показали, що кількість теплоти, яку можливо отримати із 1м^3 ґрунту, перевищує в 5 разів витрати теплоти приміщення, температуру якого потрібно підвищити $Q_{\text{ґрунту}} = 15000 \text{ кДж} > Q_{\text{витрат}} = 2880 \text{ кДж}$.

Для оцінки можливостей та працездатності запропонованої системи, визначено тепловий потік і потужність електродвигуна вентилятора, який забезпечує циркуляцію повітря в системі. Розрахунки показали що кількість теплоти, яку можливо одержати з шарів ґрунту за одиницю, часу перевищує потужність електродвигуна вентилятора майже в 50 разів, так як $Q = 98 \text{ Вт} > N_{\text{ел}} = 0.8 \text{ Вт}$, що гарантує її рентабельність.

Проведено цикл аналітичних досліджень, на основі яких розроблено математичну модель запропонованої системи, з метою більш детального розглядання температурного поля та оцінки теплового потоку.

Література.

1. Кутатиладзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
2. Эффективные системы отопления зданий./ В.Е. Минин, В.К. Аверьянов, Е.А. Белинский и др.: под общей ред. В.Е.Минина. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. – 216 с. : ил.
3. Сешена М.Г., Гершуки А.Н., Зарипов В.К., Тепловые трубы с металоволокнистыми капиллярными структурами, Киев 1984. – 215 с.

UDC 621.21

**THEORETICAL SUBSTANTIATION OF MODELING OF THE PROCESS
OF CATCHING POLYDISPERSE SOLID EMISSIONS IN A CYCLON BY
SOLIDORS OF THE SOLID SOFTWARE COMPLEX**

graduate student Kichak R.V., Ph.D. Assoc. Prof. Stepanyuk A. R.

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky"

Abstract: *The existing technological scheme for the production of granular organo-mineral fertilizers is analyzed according to the general principle to establish how fully it fulfills the tasks set for technological schemes during their development. Theoretical calculation of the initial parameters of the steam-gas flow is performed. According to the results of the calculation, the hydrodynamics of the motion of solid particles of fractions 10, 5 and 1 mkm was simulated using the software package "SolidWorks" in the application "Flow Simulation". According to the simulation results, their theoretical substantiation was performed.*

Keywords: closed loop, solidworks, flow simulation, motion hydrodynamics, modeling, boundary conditions, physical model, fraction, trajectory, theoretical substantiation, resulting.

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ
ВЛОВЛЮВАННЯ ПОЛІДИСПЕРСНИХ ТВЕРДИХ ВИКИДІВ В
ЦИКЛОНІ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ
SOLIDWORKS**

аспірант Кичак Р. В, к. т. н. доц.. Степанюк А. Р.

Анотація: Проаналізована існуюча технологічна схема за виробництвом гранульованих органо-мінеральних добрив за загальним принципом для встановлення наскільки повністю вона виконує завдання, які висувуються для технологічних схем при їх розробці. Виконано теоретичний розрахунок початкових параметрів паро-газового потоку. За результатами розрахунку змодельовано гідродинаміку руху твердих частинок фракцій 10, 5 та 1 мкм, за допомогою програмного комплексу «SolidWorks», в додатку «Flow Simulation» За результатами моделювання, було виконано теоретичні обґрунтування.

Ключові слова: замкнутий цикл, solidworks, flow simulation, гідродинаміка руху, моделювання, граничні умови, фізична модель, фракція, траєкторія, теоретичне обґрунтування, результуюча.

Introduction. Dust collection technology, in the General case, is a set of interrelated stages. Its purpose is to achieve the standards of MAE of suspended solids and the elimination of secondary environmental pollution by captured substances by their recovery or disposal [1].

When developing technological schemes of dust collection there is a need to solve the following tasks:

1) establishing the mechanism and dynamics of the formation of suspended solids; determination of the composition, parameters and amount of gases; determination of conditions for removal of gases from the source of emission; possibilities of localization of emissions taking into account design and technological features of the equipment and processes;

2) selection of parameters, schemes and devices that ensure the preparation of gases for purification;

3) justification of the required degree of purification; the choice of method, scheme of dust collection and types of devices, taking into account the costs of gas purification and the effect of them; establishment of parameters of the process of dust collection and means of their regulation;

4) the choice of method and means for unloading and transportation of captured dust and sludge, taking into account their properties and local conditions;

5) identification of ways to use the captured dust, sludge, vapors, etc., excluding secondary pollution of the environment;

6) control of efficiency of dust collecting installations and observance of norms of GDV.

To solve the set tasks, the existing technological scheme for the production of granular organo-mineral fertilizers has been fully considered [2-4]. According to these criteria, it has disadvantages related to the purification of granulation emissions, namely dispersed dust particles and water vapor in the vapor-gas mixture. Their reasons are the existing in the technological scheme cyclone, which does not provide a sufficient degree of dust collection - losing valuable components of the granules, in the form of dispersed dust, which does not completely solve problems 3 and 5. In addition, the cyclone, which has design features for dry cleaning, passes available in the coolant water vapor, which in the liquid state was a solvent in the initial working solution, which for this component does not solve problem 5. Therefore, for reasons of resource conservation, these components entering the cyclone must be returned to the production cycle by recycling [5].

Analyzing the technological scheme, we come to the conclusion that the cyclone needs technical refinement. It must provide a sufficient degree of capture and condensation of water vapor. The main problem of this problem is that the steam comes with a significant flow, which does not allow to condense it fully only by a direct method - the installation of a cooling shell, which would require a heat transfer surface that would significantly exceed the surface of the cyclone. Therefore, a comprehensive approach is needed, which, in addition to the surface,

attracts bulk condensation on the droplets of cooled liquid irrigated through the nozzles, which further increases the degree of dust collection. To ensure the return of components to the production cycle, the costs incurred for the implementation of both methods of condensation must be the result of the recycling of liquid and vapor-gas streams moving in the process scheme.

Process modeling For this purpose there is a need to study the hydrodynamics of flow and the behavior of particles in the cyclone by their software modeling. The SolidWorks software package was used for this purpose, using the Flow Simulation application. Modeling of particle motion in Flow Simulation will allow to identify problem areas of the cyclone, in order to further improve it.

At the beginning of the simulation, the initial parameters of the coolant and particles at the entrance to the cyclone are calculated [2, 3, 7]. They are needed for modeling in the software package "SolidWorks" when calculating the hydrodynamics of flow in a cyclone, using the application "Flow Simulation" [6]. This procedure is necessary to show a picture of hydrodynamic parameters and local study of the behavior of solid particles of different fractions in the cyclone cavity.

Simulation in the application "Flow Simulation" is performed in three stages. On the first – a 3D model of the cyclone is created according to standard sizes, the main of which are: the height of the cyclone – 490 mm; case diameter – 150 mm; diameter of the outlet pipe – 90 mm; inlet pipe – 30x80 mm. On the second – the actual modeling task is performed. The action and direction of the force of gravity are taken into account. Air is selected as the calculated fluid, the surface roughness of 5 mkm is set. Boundary conditions at the inlet: volume flow rate of 0.056 kg/m³ (201.96 m³/h); flow velocity 23,4 m/s; medium temperature 80 °C. Output: ambient pressure 101325 Pa. And on the third - the results are displayed and processed, where the calculation of particle parameters is performed separately according to their initial data: mass flow of solid particles at the entrance $1,333 \cdot 10^{-4}$ kg/s (0,48 kg/h); particle temperature 80° C. The physical

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
model is set – sticking and erosion. Conditions on the walls – reflection with slipping. Calculations were performed sequentially for each of the fractions of 10 mkm, 5 mkm, 1 mkm.

Figure 1 shows the result of the calculation, after processing which showed the direction and distribution of the flow of solid particles fractions of 10 mkm (a), 5 mkm (b), 1 mkm (c).

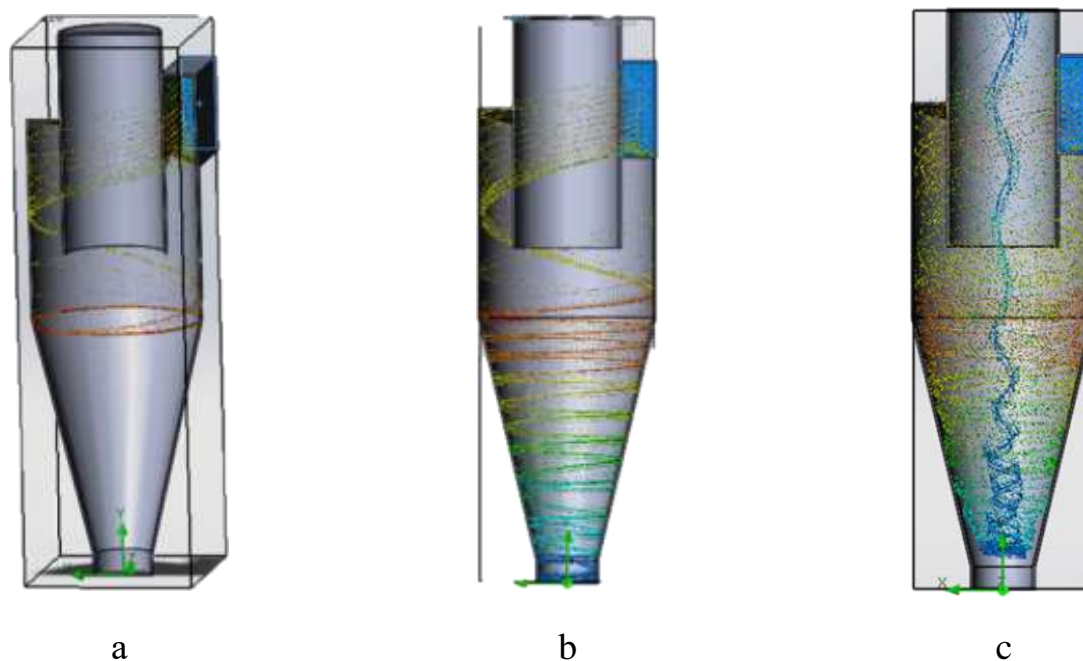


Figure 1 – The results of the calculation of particle motion fractions of 10 mkm (a), 5 mkm (b), 1 mkm (c)

The trajectory of particles. The results show that the trajectory of the particles in the projection of the cross section has the form of a flat spiral that unfolds outward. And in the projection of the longitudinal section drawn through the axis – a continuous cylindrical-conical spiral, which folds downward (Figure 1, 3) [7].

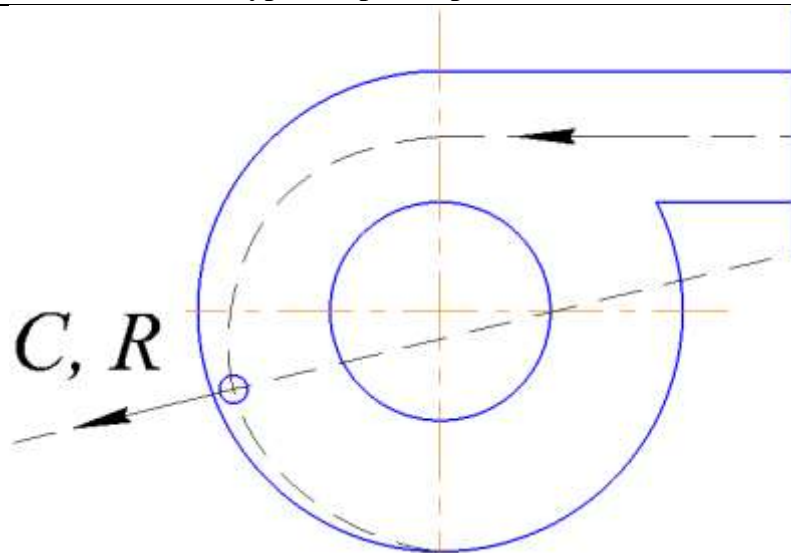


Figure 2 – The motion of particles under the action of the resulting force R , which lies in the plane perpendicular to the spiral trajectory

This nature of the motion of particles is due to the action of an equivalent force R , which is the result of the combined action of centrifugal force C and gravity $G = mg$, lying in a plane perpendicular to the trajectory and does not pass through the cyclone axis (Figure 2, 3).

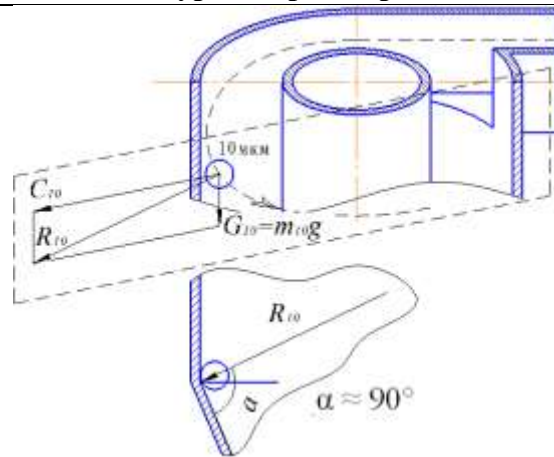
Theoretical substantiation. The results of the calculation show that the particles of the 10 mkm fraction, reaching the walls, settle mostly on the cylindrical part, accumulating near the boundary of the cylindrically conical transition (Figure 1 a). This is due to the fact that these particles, having a significant weight G_{10} , are more susceptible to the action of centrifugal force C_{10} . Therefore, their equivalent R_{10} is inclined to the conical part at an angle α close to 90° . This causes a sharp increase in the friction of the particles in this area, which complicates their transportation down the path to the receiving hopper.

Particles of the fraction of 5 mkm in addition to the cylindrical, reach the conical part – settling on them. These particles have a lower weight G_5 , so they are less subject to the action of centrifugal force C_5 , which means that their equivalent R_5 will be less than R_{10} , and will be inclined at an angle α to a conical part greater than 90° . Thus, the friction of these particles against the conical part is reduced, which allows them to reach the receiving hopper by moving on it.

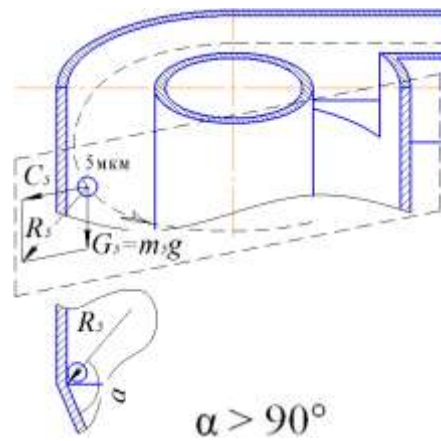
Particles with a fraction of 1 mkm, have a critically low weight G_1 , that the action of the centrifugal force C_1 on them has little effect. Thus, the equivalent $R1$ will be inclined at such an angle to the walls that the friction between the particle and the walls will be reduced so much that it will not allow them to attach to them. In particular, the angle α between the equal $R1$ and the conical part is much greater than 90° , and for the cylindrical even more so. And this causes particles to slip along the walls and bounce off them. Due to this, the particles are removed from the apparatus through the outlet fitting together with the exhaust gas, without reaching the receiving hopper.

It is noteworthy that, as assumed, this nature of the motion of particles caused by a change of equivalent for each fraction, both modulo and direction, why the reason is that the moving gas for the particles moving in it is a rotating non-inertial frame of reference that moves with an acceleration that at least changes direction. This means that the centrifugal force acting on the particle increases its weight in one direction and decreases it in the other, compared to the stationary one. Therefore, in a stationary system, with a significant difference between the particle weight fractions of 10, 5 and 1 mkm, which decreases accordingly; in a rotating system, these indicators may differ for them. In particular, as the simulation shows, the particle 5 mkm, in the rotating system, in the downward direction, moves faster than the particle 10 mkm. This suggests that in this rotating system, the particle 5 mkm weighs slightly more than the particle 10 mkm, which in principle allows the construction of power characteristics as shown in Figure 3

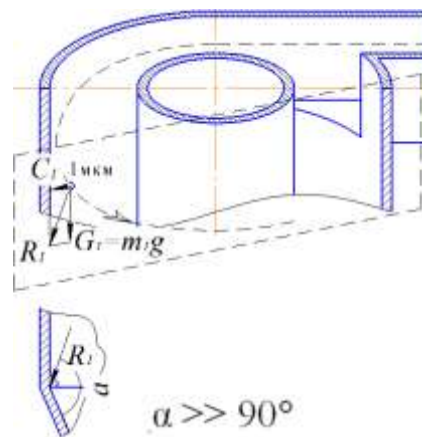
. Summarizing the above, we give a general picture of the change in direction and modulus of the equivalent force acting on the particle, which is shown in Figure 4.



a)



b)



a

c

Figure 3 – Change of equivalent and its direction depending on the fractions of 10 mkm (a), 5 mkm (b), 1 mkm (c)

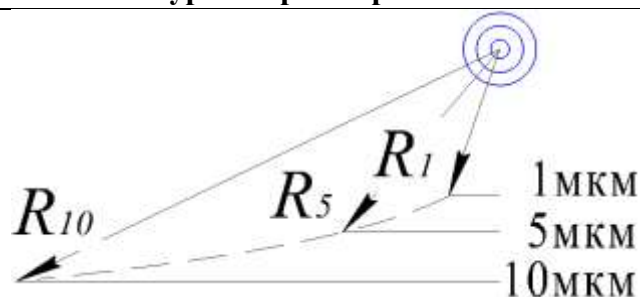


Figure 4 – Generalized picture of the change of equivalent for the considered fractions.

Conclusions: The analysis of the technological scheme showed that the cyclone, which it is equipped with, reduces its efficiency in terms of MAE and resource conservation. Modeling of the cyclone showed that the hydrodynamics of the motion of particles 10, 5 and 1 mkm is unacceptably different, which affects the efficiency of their capture as a whole. Theoretical substantiation proves that this nature of the motion of particles given by the fraction is caused by both the force characteristics and the design of the cyclone. Due to this, this cyclone needs design refinement to improve the hydrodynamics of particle motion.

To solve the tasks in this cyclone it is necessary: to increase the degree of capture, to intensify the removal of particles from the walls, to condense steam on the walls and throughout the interior. To implement the tasks, the cyclone must be equipped with a cooling shell and irrigation nozzles, the input streams of which are the result of recycling of those moving in the circuit.

References:

1. Kazakova EG, Lekanova TL, Installations for wastewater treatment and industrial gases [Electronic resource]: textbook / Sykt. easy in-t. - Electron. dan. - Syktyvkar: SLI, 2014. - 212 p.
2. The process of obtaining modified granular humic and mineral fertilizers [Electronic resource], ed. J.M. Kornienko, A.M. Lubeck, S.S. Gaidai. - Kyiv: KPI named after Igor Sikorsky, 2017. - 206 p.

3. Kornienko YM, Stepanyuk AR The process of extracting humic substances from peat: Monograph. [Electronic edition] / Kyiv, 2015. - 146 p.

4. UDC 665.63 The process of creating a return in the production of organo-mineral humic fertilizers in the presence of organic and mineral impurities. Popovich AG, undergraduate, Stepanyuk AR, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of NTUU "KPI", Kyiv.

5. Ляпощенко О.О. Theoretical bases of inertial-filtering processes: Abstract / Lviv, 2016. - 27 p.

6. <https://www.solidworks.com/solutions>.

7. Kornienko JM Processes and equipment of chemical technology [Text]: textbook. / Ya. M. Kornienko, Yu. Yu. Lukach, IO Mikulyonok and others. - K. : NTUU "KPI", 2011. - Part 2. - 416 p. - Bibliogr. : p. 415-415. - 400 copy.

8. Collection of abstracts of the XVIII international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists "Resource and energy-saving technologies and equipment" (May 21-22, 2020, Kyiv) / Compiled by Ya.M. Kornienko. - K. : "KPI. Igor Sikorsky », 2020. - 201 p.

9. Collection of abstracts of the XIX international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists "Resource-saving technologies and equipment" (November 25-26, 2020, Kyiv) / Compiled by Ya.M. Kornienko. - K. : "KPI them. Igor Sikorsky », 2020. - 305 p.

ВАРІАНТИ ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЙОВИХ ПРЕСІВ У ВИРОБНИЦТВІ КАРТОНУ

студент Лисій В.; к.т.н., доцент Семінський О.

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

Анотація: *Описано варіанти застосування клеїльних пресів. Зазначено способи проклеювання картонного полотна та відмічено деякі особливості їх промислового застосування. Акцентовано увагу на доцільності подальшого розвитку технологій та конструкцій обладнання для виробництва картону, зокрема клеїльних пресів.*

Ключові слова: КАРТОН, КЛЕЙ, ПРЕС, ПРОКЛЕЮВАННЯ, ПОЛОТНО.

Abstract: *Variants of application of size presses are described. Methods of sizing a cardboard web are specified and some features of their industrial application are noted. Emphasis is placed on the feasibility of further development of technologies and designs of equipment for the production of cardboard, in particular size presses.*

Keywords: CARDBOARD, GLUE, PRESS, GLUING, SIZING, CANVAS.

Для надання картонному полотну спеціальних властивостей, а саме підвищення міцності, стійкості, вогнетривкості, вологостійкості, покращення друкарських якостей тощо, використовують клеїльні преси, встановлені в кінці сушильної частини картоноробної машини. Сухість картонного полотна перед обробкою на клеїльному пресі має становити не менше 70 %, а,

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

враховуючи зволоження полотна при проклеюванні, доцільно підтримувати сухість в межах 88...95 %. Це пояснюється тим, що при сухості картонного полотна менше 70 % при додатковому зволоженні збільшується його обривність. Крім цього, за значного початкового вологовмісту збільшується енергоємність при досушуванні полотна після проклеювання [1].

В традиційних двовальних клеїльних пресах нанесення проклеювальної композиції на поверхню полотна-основи відбувається за допомогою сприсків або ж зняттям композиції полотном з поверхні валів, занурених в розчин клею з подальшим відтисканням надлишку клею між валами преса.

Плівковий клеїльний прес, призначений для поверхневого проклеювання, пігментації і крейдування картону. У такому пресі нанесення покривної маси здійснюється формуванням на поверхні пресового валу рідкої плівки заданої товщини, яка потім переноситься на картонне полотно, що знаходиться в проміжку між валами. Товщина рідкої плівки визначається дозуючим стрижнем різного діаметру і з нарізкою різного профілю [1].

Ці преси забезпечують [1]:

- широкий діапазон робочих швидкостей – від 100 до 1800 м/хв.;
- можливість нанесення покривної маси від 0,05 г/м² (проклеювання) до 40 г/м² (крейдування) на кожну сторону;
- робота з покривними композиціями в'язкістю від 1,0 до 2000 мПа·с;
- можливість використання покривних композицій з високим вмістом сухих речовин.

Валковий спосіб нанесення покриттів заснований на віднесенні шару рідини, що рухається твердою поверхнею (поверхнею валика або огинаючого його картонного полотна) з подальшим можливим переходом рідини на іншу тверду поверхню. Незважаючи на свою простоту, цей спосіб, відрізняється гнучкістю: його можна застосовувати для розчинів, дисперсій і навіть розплавів полімерів. Валковим способом можна наносити покривні склади в'язкістю від декількох міліпаскалей-секунд до десятків паскалей-секунд

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
при швидкості руху полотна від десятків сантиметрів на хвилину до 800 метрів на хвилину [1].

Шаберний спосіб нанесення покриттів заснований на видаленні з поверхні полотна надлишку покривної маси за допомогою шабера. Перед шаберним пристроєм покривна маса в надлишку наноситься на полотно, що проходить через валкову систему або через ванну з покривною сумішшю. Шаберні пристрої дозволяють наносити покриття при швидкості картонного полотна до 1500 м/хв [1].

Істотний недолік в роботі клеїльних пресів всіх типів полягає в утворенні складок на полотні, тому на виході з клеїльного преса картон проходить спеціальні розгінні валики для вирівнювання поверхні. Валики облицьовуються силіконовим покриттям для запобігання прилипання до нього полотна з нанесеною на нього композицією. З тієї ж причини розгінні валики і перший досушувальний циліндр встановлюються на такій відстані від преса, щоб забезпечити часткове затвердіння клейової плівки.

Враховуючи істотні екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища полімерами і зростаючі темпи цього забруднення, людство в активно переходить на використання паперу та картону, як безпечну альтернативу, більш дружню до екосистем. Це викликає необхідність забезпечення більшої варіативності властивостей картонно-паперової продукції, що стимулює розвиток технологій та обладнання. Вдосконалення конструкцій клеїльних пресів та подальша розробка нових методів проклеювання паперового та картонного полотна доцільна сьогодні, та буде актуальною в майбутньому.

Перелік посилань:

1. ВНИИБ – Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. в 3-х томах. Том 2. Часть 2. СПб: ЛТА, 2005. – 425 с.

PARAMETERS OF THE GRID OF THE PLAIN WEAVING FOR THE NOZZLE OF THE REGENERATIVE HEAT EXCHANGER

master student Yevziutin P. Y., Ph.D., senior lecturer Dvoinos Y.G.

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute"

***Abstract:** Regenerative heat exchangers have such disadvantages as low heat transfer coefficient from the nozzle to the gas and high hydraulic resistance due to the design of the nozzles. The mesh nozzle, to some extent, can eliminate the regenerator of these shortcomings. The braided mesh nozzle has a small hydraulic resistance and a large heat transfer surface.*

The process of heat and mass transfer in a regenerative heat exchanger is considered. A series of simulation numerical experiments was performed.

Key words: REGENERATIVE HEAT EXCHANGER, NON - STATIONARY HEAT EXCHANGE, HEAT TRANSFER COEFFICIENT.

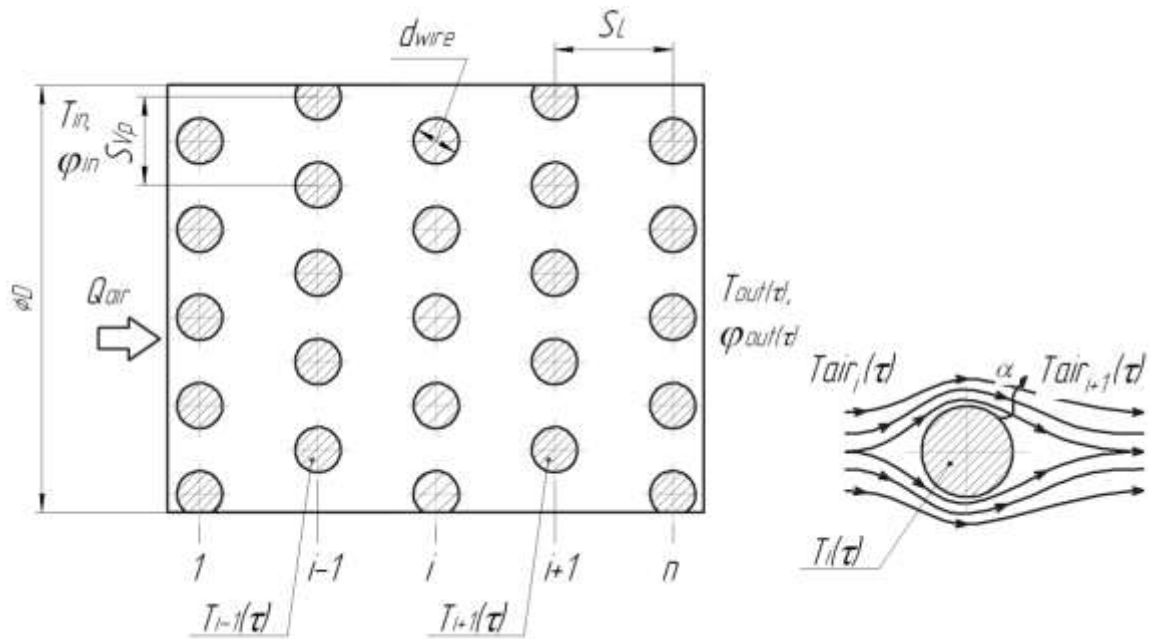
ПАРАМЕТРИ НАСАДКИ З СІТКИ ПОЛОТНЯНОГО ПЛЕТІННЯ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

магістрант Євзютін П., к.т.н. Двойнос Я.

***Анотація.** Проектування теплообмінних апаратів регенераторного типу для теплообміну між газами ускладнений низьким коефіцієнтом тепловіддачі та значними витратами на подолання гідравлічного опору насадки. Перший недолік збільшує розміри апарату і, відповідно капітальні витрати, другий збільшує експлуатаційні. Для обґрунтованого вибору гідродинамічного режиму у регенераторі тепла газів з сітчастою дровою насадкою проведено серію симуляційних експериментів з різними режимами руху теплоносія, результати узагальнено в вигляді кореляційних залежностей для визначення коефіцієнту тепловіддачі та гідравлічного опору.*

Ключові слова: РЕГЕНЕРАТИВНИЙ ТЕПЛООБМІННИК, НЕСТАЦІОНАРНИЙ ТЕПЛООБМІН, КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОВІДДАЧІ.

The physical model of the heat exchange process in a regenerative heat exchanger with a metal mesh of linen weaving is shown in Fig. 1.



Q_{air} – air flow at the inlet to the regenerative heat exchanger, m^3/s ; T_{in} – air temperature at the inlet to the heat exchanger, $^{\circ}C$; φ_{in} – relative humidity at the inlet to the heat exchanger, share; T_{out} φ_{out} – outlet air parameters; d_{wire} – grid wire diameter, m; S_{vp} – grid weaving step, m; S_L – step between grid layers, m; D – diameter of the heat exchanger, m; n – the total number of layers of the grid

Figure 1 – Physical model of heat exchange process in regenerative heat exchanger with linen mesh nozzle

The following assumptions are made:

1. temperature and concentration in homogeneity in the cross section of the regenerator channel are absent [1];
2. the influence of thermal conductivity in the axial direction at the contact of the nozzle elements on the temperature profile of the nozzle is insignificant [2];
3. The operation of the regenerator occurs in the absence of moisture

Heat balance between the layer of air located between the layers of the nozzle and one layer of the nozzle of the regenerator:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta I_{air_i} = \frac{\pi D^2 S_L}{4} \rho (i_{air_i+1} - i_{air_i}) \\ \Delta I_{wire} = \frac{\pi D^2}{4} \rho_{wire} C_{p_wire} (T(\tau + \Delta\tau) - T(\tau)) \\ \Delta I = \Delta I_{wire} = \alpha (\bar{T}_{air} - \bar{T}_{wire}) \frac{\pi D^2}{4} S_{gh} \Delta\tau \\ \Delta\tau = \frac{\pi D^2 S_L}{4 Q_{air}} \end{array} \right. , \quad (1)$$

where ρ_{wire} – specific weight of a grid of linen weaving, kg/m²; S_{gh} – specific surface of a grid of linen weaving, m²/m²; $\Delta\tau$ – time of stay of air in an interval between layers of a nozzle, s.

The analytical solution of system (1) is complicated by the uncertainty of the heat transfer coefficient from the surface of the nozzle to the gas. For the model of gas heat regenerator, the range $Re = 0.01 \div 600$ was chosen, and the regularities obtained were used. D.C. Collis and M.J. Williams [3]:

$$\begin{aligned} Nu \left(\frac{T_m}{T_g} \right)^{-0,17} &= A + B Re^n \\ \alpha &= \left(A + B Re^n \right) \left(\frac{\lambda}{d} \right) \left(\frac{T_m}{T_g} \right)^{0,17} , \end{aligned} \quad (2)$$

where Nu and Re – similarity criteria, A, B, n - coefficients that depend on Re and nozzle parameters; T_{gas} – gas temperature, K; T_{solid} – nozzle material temperature, K.

Conditions for modeling processes in a heat regenerator can be the regeneration coefficient $q = 0.96$ [1] and the average temperature difference between the nozzle and the gas 1.5 K [2]. The grid is selected with a cell size $a = 1.6$ mm, wire diameter $d_{wire} = 0,4$ mm, material AISI 430, the distance between the grids in the package is 0.001 m.

The result of a series of simulation experiments using CFD modeling is shown in Fig. 2.3.

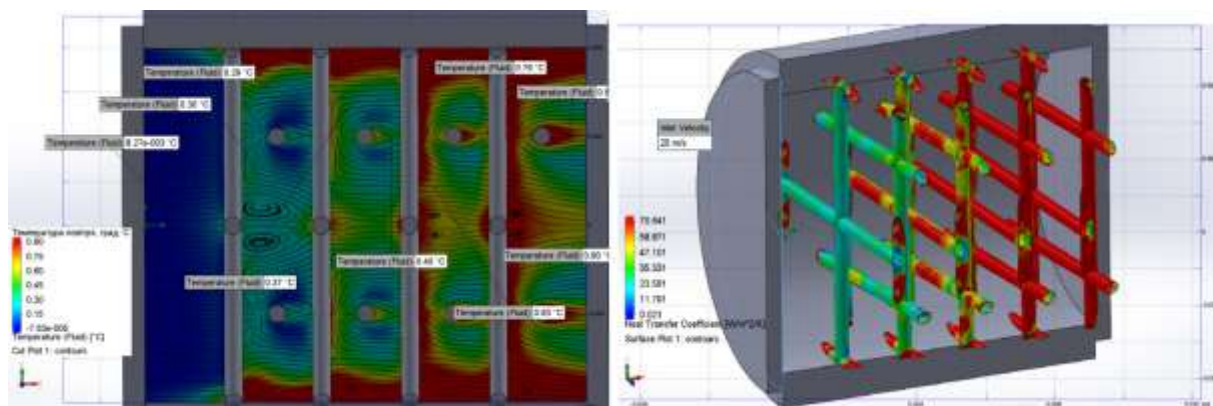
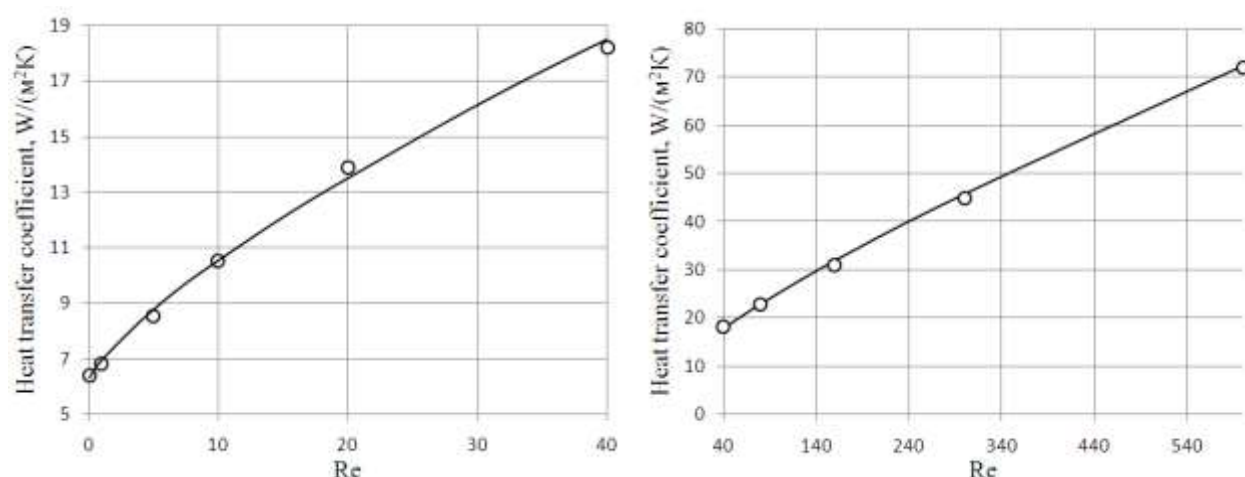


Figure 2 – The result of CFD modelling in convective heat transfer of a gas stream with a cylinder of small diameter



○ – the result of the experiment; – approximating curve

Figure 3 – Correlation dependences for a series of simulation experiments

The coefficients are obtained A , B , n for equation (2): $Re \leq 40$ $A=0,095$; $B=0,012$; $n=0,75$, attached to $Re > 40$ $A=0,17$; $B=0,005$; $n=0,82$.

Conclusions A mathematical model of the heat exchange process between the air layer located between the nozzle layers and one regenerator nozzle layer is formulated, correlations are obtained to determine the heat transfer coefficient under different hydrodynamic conditions for 0.4 mm wire mesh, 2 mm mesh pitch, mesh placement step 1 mm.

References:

1. Liu, X. H., Jiang, Y., & Qu, K. Y. (2007). Heat and mass transfer model of cross flow liquid desiccant air dehumidifier/regenerator. *Energy Conversion and Management*, 48(2), 546–554. doi:10.1016/j.enconman.2006.06.002.
2. Muralikrishna, S. (1999). Study of Heat Transfer Process in a Regenerator. *Chemical Engineering Research and Design*, 77(2), 131–137. doi:10.1205/026387699526016.
3. Collis, D. C., & Williams, M. J. (1959). Two-dimensional convection from heated wires at low Reynolds numbers. *Journal of Fluid Mechanics*, 6(03), 357. doi:10.1017/s0022112059000696.

УДК 621.574 , 621.565.45, 66.045.5

EVALUATION OF EFFICIENCY OF USING A PLATE HEAT EXCHANGER FOR CONDENSATE OVERCOOLING IN A STEAM COMPRESSION REFRIGERATOR

master student Italiantssev O., senior lecturer, Ph.D. Dvoinos Y.

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute"

***Abstract:** The efficiency of using a plate condensate regenerator in a steam compression refrigeration machine for theoretical and real processes was evaluated using a numerical experiment and Emerson Climate Technologies SELECT 7 software (V.7.0).*

Key words: PLATE HEAT EXCHANGER, STEAM COMPRESSION REFRIGERATOR, THERMODYNAMIC ANALYSIS.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТИНЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ПЕРЕОХОЛОДЖЕННЯ КОНДЕНСАТУ У ПАРОКОМПРЕСІЙНІЙ ХОЛОДИЛЬНІЙ МАШИНИ

магістрант Італьянцев О.І., к.т.н., ст.викл. Двойнос Я.Г.

***Анотація.** Проведено оцінку ефективності використання пластинчастого регенератора конденсату у парокомпресійній холодильній машині для теоретичного і реального процесів за допомогою числового експерименту і програмного забезпечення Emerson Climate Technologies SELECT 7 (V.7.0).*

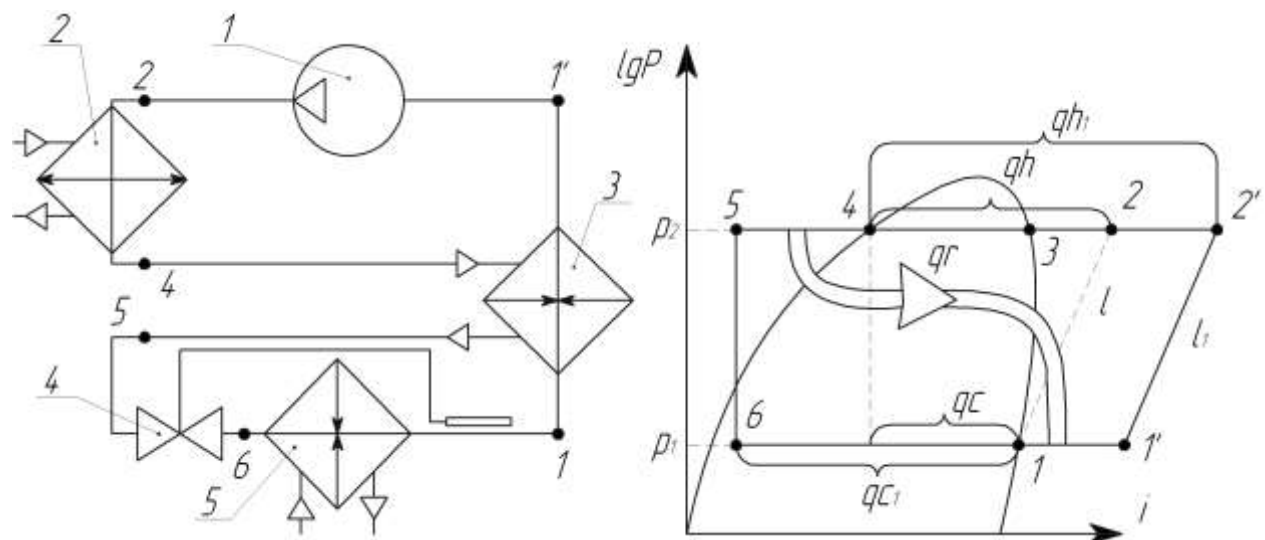
Ключові слова: ПЛАСТИНЧАСТИЙ ТЕПЛООБМІННИК, ПАРОКОМПРЕСІЙНА ХОЛОДИЛЬНА МАШИНА, ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ.

Reducing the specific energy consumption of a steam compression refrigeration machine by installing an internal condensate supercool heat exchanger saves energy over a long period of operation, and at the same time

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
 increases the cost of equipment, so clarifying the calculation of the supercooler and analysis of its operation are important.

To optimize the choice of design and parameters of the regenerator, modern CFD systems (Computational Fluid Dynamics modelling) [1] have recently been used, which allow to conduct simulation tests and obtain the necessary laws for engineering calculation.

The scheme and cycle of steam compression refrigeration machine (SCRM) with a regenerator are shown in Fig. 1.



1 - compressor; 2 - capacitor; 3 - regenerator; 4 - throttle; 5 – evaporator

Figure 1 – Scheme and cycle of SCRM with regenerator

The theoretical efficiency of the regenerator can be assessed by changing the thermodynamic efficiency of the refrigeration machine from the specific heat output of the regenerator, and presented as a function of:

$$\eta = \frac{COP_{real}}{COP_{Carnot}} = f(q_r), \quad (1)$$

where COP_{Carnot} – the refrigeration coefficient of SCRM according to the Carnot cycle on the temperatures of condensation and boiling of freon. The theoretical range of change q_r from 0 to $Cp_{T1} (T_3 - T_4)$, J/kg.

Let's conduct a numerical experiment for freon R22: molar mass $M = 86.47 \cdot 10^{-3}$ kg/ mole; $R_{R22} = 96.2$ J/(kgK); $T_3 = 25^\circ\text{C}$ (298 K); $T_1 = -25^\circ\text{C}$ (248 K).

Using the program of calculation of thermophysical parameters of the firm SOLVAY [7]:

Theoretical cooling coefficient for the given cycle:

$$COP_{theor} = \frac{q_h}{l} - 1 = 3.68. \quad (2)$$

Refrigeration coefficient according to the Carnot cycle on the temperatures of condensation and boiling of freon:

$$COP_{Carnot} = \frac{T_1}{T_3 - T_1} = 4.963. \quad (3)$$

Theoretical efficiency of the SCRM cycle with a regenerator:

$$\eta_{theor}(q_r = 0) = \frac{COP_{theor}}{COP_{Carnot}} = \frac{3.68}{4.963} = 0.741. \quad (4)$$

Given the slight change in heat capacity in the range of the regenerator $Cp(T_1 = -25^\circ\text{C}, p_1 = 0.201 \text{ MPa}) = 0.6517$; $Cp(T_4 = 25^\circ\text{C}, p_1 = 0.201 \text{ MPa}) = 0.6778$ it is possible to make assumptions about the invariance of the adiabatic coefficient and the values of heat capacity of the working fluid in the ranges of use of the regenerator. Python 2.7 software is used to automate calculations (2) - (7). A series of local values of the theoretical efficiency of the SCRM cycle with a regenerator from the specific thermal power of the installed regenerator is obtained, Fig.2.

The real processes in SCRM differ from the theoretical ones: the actual specific work of compression for the adiabatic process and can be determined, W/kg:

$$l_a = \eta_{ind} \eta_{mech} l_{1-2'} = 0,66 l_{1-2'}, \quad (5)$$

where η_{ind} – indicator efficiency, for selected conditions we accept 0.79 [2]; η_{mech} – efficiency of conversion of electric energy into mechanical and overcoming of forces of friction, in the tight spiral modern compressor for the chosen conditions we accept 0.84 [2].

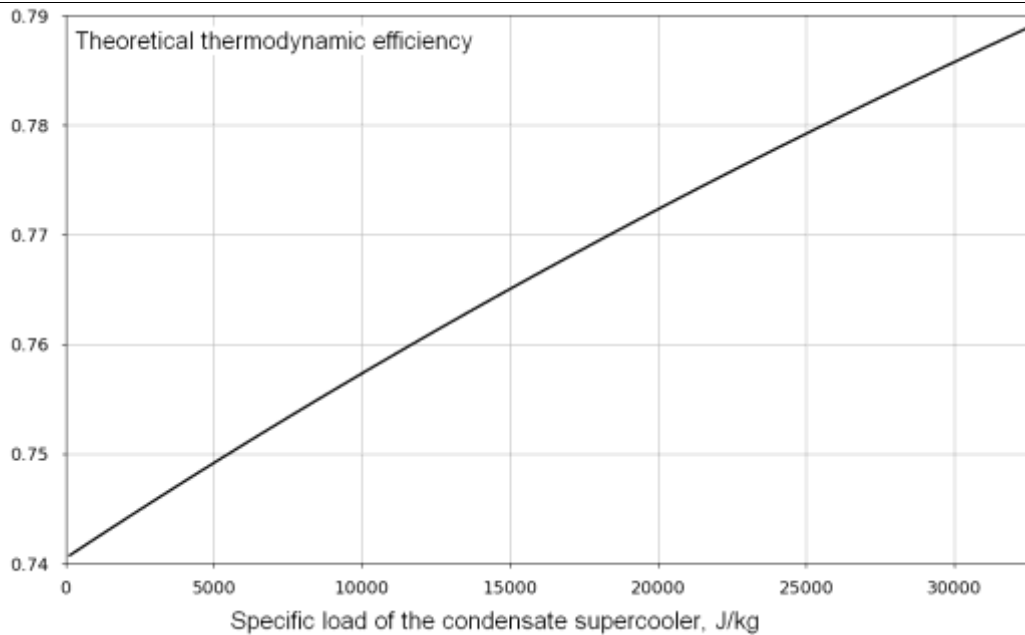


Figure 2 – Graph of local values of theoretical efficiency of SCRM cycle with regenerator from its specific thermal power for conditions of numerical experiment

The selected values for the efficiency of the compressor correlate well with the data of DWM Copeland, for example for the model of the compressor ZF15K4E-TFD, the efficiency of conversion of electrical energy into compression in the compressor under selected cycle conditions without regenerator was

$$\eta_{ind} \eta_{mech} = \frac{COP_{real}}{COP_{theor}} = \frac{2.29}{3.68} = 0.622. \quad (6)$$

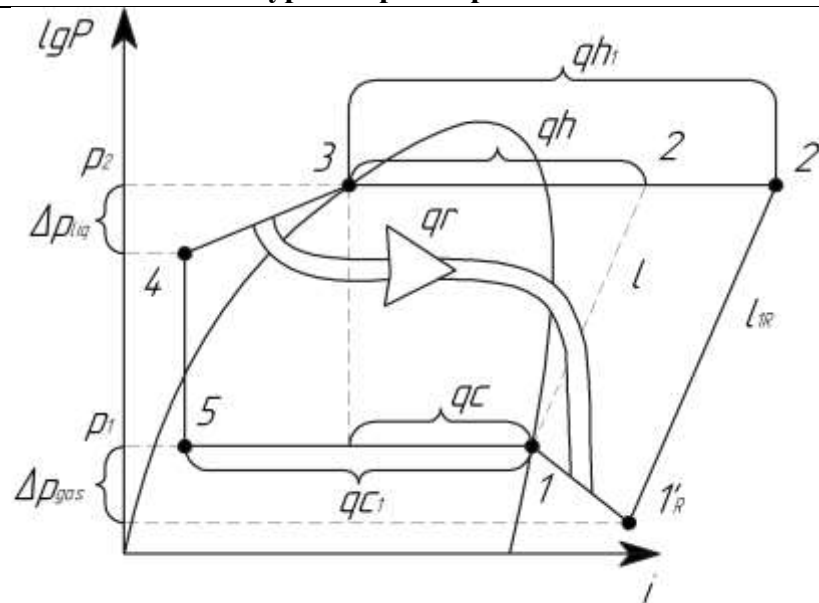
The real process with the regenerator has a significant discrepancy with the theoretical one due to the hydraulic resistance, fig. 3.

Theoretical value of hydraulic resistance [3] without taking into account the pressure loss in the manifold, Pa:

$$\Delta p = \frac{fL\rho W^2}{2d_1}, \quad (7)$$

where f – coefficient of friction; ρ – the density of freon under selected conditions, kg/m^3 .

$$f_{Re < 2300} = \frac{64}{Re}; f_{Re \geq 2300} = \frac{1,22}{Re^{0,252}}; f_{4000 > Re \geq 10000} = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \quad (8)$$



Δp_{liq} – the pressure drop in the regenerator on the condensate (supercooled), Δp_{gas} – pressure drop across the vapour phase (overheats)

Figure 3 – Scheme and cycle of SCRM with regenerator and taking into account hydraulic losses in regenerator

The specific power loss of the compressor to overcome the hydraulic resistance of the regenerator is estimated, W:

$$l_{add_komp} = \frac{\Delta p}{\rho} \eta_{ind} \eta_{mech}. \quad (9)$$

The heat transfer coefficient between the liquid and vapor phases was calculated with the assumption

$$k \approx \alpha_{gas} = \frac{Nu_{gas} \lambda_{gas}}{d_l}, \quad (10)$$

where Nusselt's criterion:

$$Nu_{Re < 2400} = 1.67 \left(Re Pr \frac{d_l}{L} \right)^{0.4}; \quad (11)$$

$$Nu_{Re \geq 2400} = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.3}.$$

Using Python 2.7 software to automate calculations (7-11), accepting $G = 1$ kg/s, $Re = 10000$, and taking into account the real efficiency of the SCRM cycle, local values are obtained for the dependence of the efficiency of the real cycle on

the hydrodynamic mode of movement of the vapour phase in the regenerator and the thermal power of the regenerator, Fig. 6.

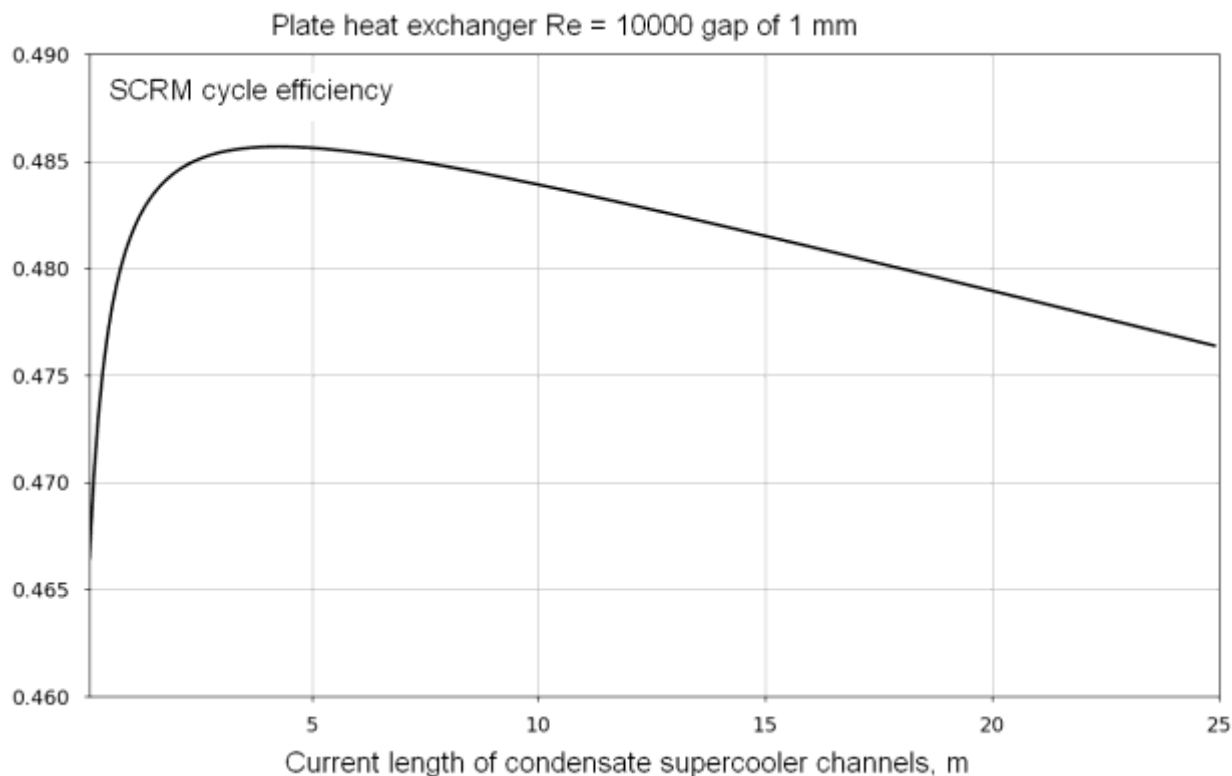


Figure 6 – Calculated local values to determine the efficiency of the SCRM cycle at $Re = 100000$, $\delta = 1$ mm from the current length of the regenerator, m

The parameters of the regenerator with a length of 0.5 m are interesting for engineering practice. The results of the calculation for it are: heat transfer coefficient - 34.8 W/(m²K); heat exchange area at a cost of 1 kg/s - 19.1 m²; regenerator power at a cost of 1 kg/s - 16465 W; channel width at a cost of 1 kg/s - 19.1 m; steam temperature at the outlet of the regenerator - 0.26 °C; the average steam velocity in the regenerator channels – 6.17 m/s; channel length – 0,5 m; hydraulic resistance – 206.7 Pa; theoretical pumping capacity 1 kg freon through the regenerator – 24.41 W; cycle efficiency SCRM – 0.48 (without regenerator – 0.461).

Given the significant pressure difference between the heat carriers in the vapor and liquid phases, the chevron type should be used when choosing corrugations for the heat exchanger plates, and determining the angle and determining dimensions of chevrons is an important engineering task.

Conclusion: The efficiency of using a plate condensate regenerator in a steam compression refrigeration machine for theoretical and real processes was evaluated using a numerical experiment and Emerson Climate Technologies SELECT 7 software (V.7.0). The real process with the regenerator has a significant discrepancy with the theoretical one due to the hydraulic resistance of the regenerator.

References

1. Selbas R., Kizilkan O., Sencan A. Thermoeconomic optimization of subcooled and superheated vapor compression refrigeration cycle // *Energy*. – 2006. – Vol. 31(12). – P. 2108–2128. doi:10.1016/j.energy.2005.10.015.
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.
3. Martynenko, O.G. et al. (1987) *Handbook on heat exchangers: in 2 volumes*. M.: Energoatomizdat, 352.

MATHEMATICAL MODELING OF THE ZEOLITE DRYING PROCESS

senior lecturer, PhD Y. Grobovenko

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT. *The main provisions of the physical model of the zeolite drying process are formulated. A mathematical model of the zeolite drying process is made. The main kinetic regularities of the zeolite drying process and its main parameters necessary for the design of drying equipment are determined.*

KEYWORDS: DRYING PROCESS, ZEOLITE, DRYING EQUIPMENT, MATHEMATICAL MODELING.

АНОТАЦІЯ. *Сформульовано основні положення фізичної моделі процесу сушіння цеоліту. Складено математичну модель процесу сушіння цеоліту. Визначено основні кінетичні закономірності процесу сушіння цеоліту та його основних параметри, що необхідні для проектування сушильного обладнання.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОЦЕС СУШІННЯ, ЦЕОЛІТ, СУШИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

Today, zeolite is widely used in many industries, including agronomic, food, water treatment, air purification, ecology, medicine, construction, chemical industry, oil and gas industry, breeding of animals, fish, birds and bees. [1].

The aim of the study is to determine the kinetic laws of the process of zeolite drying, and its main parameters necessary for the design of appropriate drying equipment.

The driving force of the drying process in the first period is the difference between the saturated water vapor pressure in the boundary layer on the zeolite surface and the partial vapor pressure in the environment, and in the second drying period - the difference between the current and final equilibrium moisture content

[1]. During drying, moisture evaporation can occur not only from the surface of the zeolite, but also from deeper layers (figure 1).

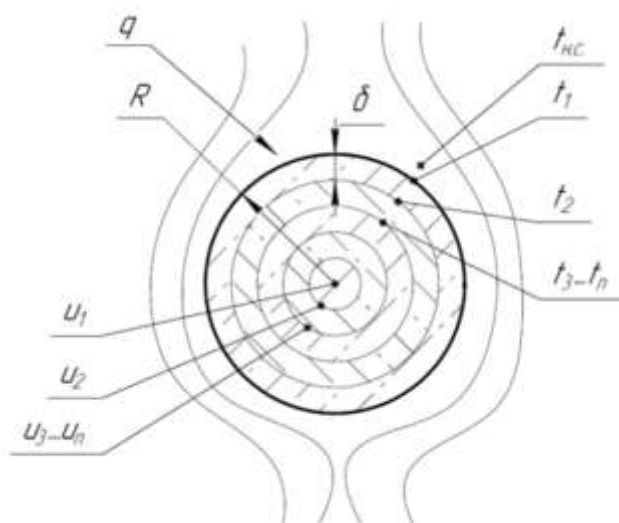


Figure 1 — Physical model of the zeolite drying process

The zeolite particle is considered to be a spherical radius R taking into account the shape coefficient, because the zeolite crystals have the shape of a tetrahedron. The particle is under the action of heat load from the drying agent (air) by the heat flow q . The particle is conventionally divided into infinitesimal layers starting from the outer surface to the center.

This allows you to use spherical coordinates in the representation of the problem. Thus, the moisture content u and the drying time will increase from the outer surface to the center, and the temperature t will decrease. Therefore, it is advisable to study the process on the outer surface of the particle - the contact surface of the phases.

Zeolite, as a capillary-porous body, contains free moisture, capillary moisture and adsorption-bound moisture. In the first drying period, free moisture evaporates, and the process speed is limited by the intensity of the heat flow. In the second drying period, the rate is initially limited by the diffusion of moisture into the evaporation zone (removal of moisture in the capillaries), and at the end of drying is limited by the destruction of adsorption bonds of moisture with zeolite and its evaporation.

Based on the physical model, you can make a mathematical model. Technological mode, equipment for convective drying and simplification of the configuration of zeolite particles make it possible to consider this process as one-dimensional in the radial direction of the spherical body. In addition, it is assumed that the amount of heat flow (coolant temperature) will remain constant throughout the drying time.

The mathematical model of the drying process for spherical particles includes the equations of thermal conductivity and kinetics [2]:

$$\begin{cases} c\rho_{\text{ц}} \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \cdot k_{\phi} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \cdot \frac{\partial T}{\partial R} \right) - \rho_{\text{ц}} r \frac{\partial u}{\partial \tau}, \\ \frac{\partial u}{\partial \tau} = \beta F (p_{\text{н}} - p_{\text{п}}) + k(u - u_p) \end{cases},$$

де c – the specific heat of wet zeolite, kJ/kg·K; $\rho_{\text{ц}}$ – density of absolutely dry zeolite, kg/m³; $\partial T/\partial \tau$ – rate of temperature change, K/s; k_{ϕ} – form factor; λ – thermal conductivity of zeolite, W/m·K; $\partial T/\partial R$ – temperature gradient, K/m; $\partial^2 T/\partial R^2$ – the rate of change of the temperature gradient, K/m²; r – specific heat of vaporization, kJ·kg; $\partial u/\partial \tau$ – the drying rate of the zeolite, s⁻¹; β – moisture transfer coefficient, m²·Pa·s; F – phase contact surface, m²; $p_{\text{н}}$ – saturation pressure on the surface of the zeolite particles, Pa; $p_{\text{п}}$ – partial vapor pressure in the coolant, Pa; k – the drying rate constant in the second period, s⁻¹; u – moisture content of zeolite, kg/kg; u_p – equilibrium moisture content, kg/kg.

References:

1. Petrov, P.O. Obgruntuvannja zastosuvannja barabannoï susharki u virobniçtvi dehromatora [Tekst] / P.O. Petrov, S.I. Jakushko // materiali Vseukraïns'koï mizhvuzivs'koï naukovo-tehniçnoï konferencïï / Redkol.: O.G. Gusak, V.G. Cvtuhov. - Sumi : SumDU, 2010. - Ch.I. - S. 144.
2. A. Karavatskii. Numerical modeling of physical fields in the process of drying of paper for corrugating by the infrared radiation / A. Karavatskii, V. Marhesky and O. Novokhat // Eastern-European journal of enterprise technologies, vol. 2, no. 5(86), pp. 14-22, 2017.

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE PROCESS OF DRYING
PERLITE BY RADIATION METHOD**

student Hritsiuk H.I., assistant professor, Ph.D. Novokhat O. A.

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

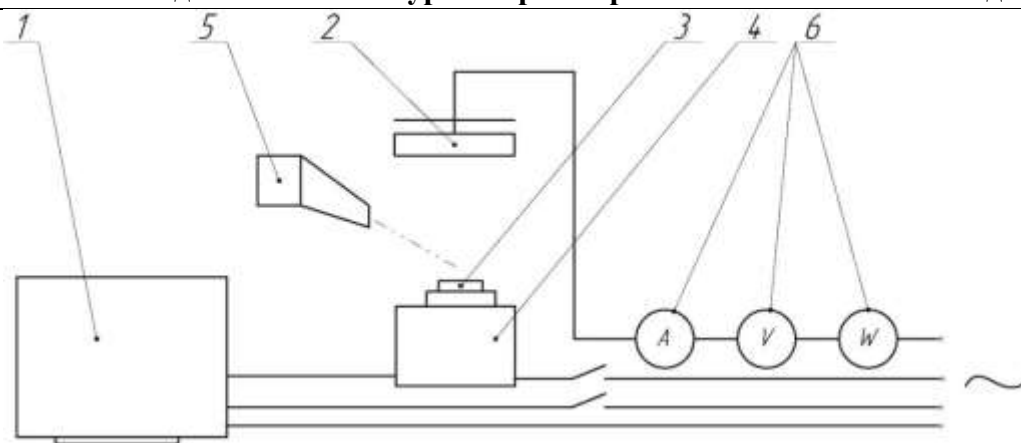
Abstract: *Several experiments were carried out to study the process of drying perlite by radiation. The experiments were analyzed, and the dependences of the final moisture content on time and temperature on time were obtained. Based on the results of experiments, conclusions are formulated.*

KEYWORDS: PERLITE, RADIATION DRYING, INFRARED RADIATOR, MOISTURE CONTENT, DRYING TIME, DRYING CURVE, THERMAL.

Анотація: *Проведено ряд експериментів, для дослідження процесу сушіння перліту радіаційним методом. Проаналізовано проведені досліді та отримано залежності кінцевого вологовмісту від часу і температури від часу. За результатами дослідів сформульовано висновки.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЕРЛІТ, РАДІАЦІЙНЕ СУШІННЯ, ІНФРАЧЕРВОНІЙ ВИПРОМІНЮВАЧ, ВОЛОГОВМІСТ, ЧАС СУШІННЯ, КРИВА СУШІННЯ, ТЕПЛОВИЙ ПОТІК

To determine the kinetic laws of the process of drying perlite by radiation, a computerized laboratory installation was used, which allows obtaining parameters with sufficient accuracy to build the kinetic laws of drying perlite (Fig. 1).



- 1 – personal computer (PC); 2 – infrared emitter; 3 – platforms for placing perlite;
4 – electronic scales; 5 – pyrometer; 6 – wattmeter, ammeter, voltmeter

Figure 1 - Experimental installation for drying perlite by infrared radiation

The developed installation makes it possible to continuously measure the change in mass of the sample during the drying process. The measurements with a frequency of 3 Hz and transmitted to a computer for registration and further processing. The thermal energy source is an electric infrared radiator of ceramic type with a nominal electric power of 1 kW. A reflector is installed above the radiator to reduce heat loss from the radiator to the environment.

Samples of moistened perlite of three fractions were used for the study, the equivalent dimensions of which were, respectively: $d_{ekv1} = 0,4$ mm, $d_{ekv2} = 0,8$ mm i $d_{ekv3} = 1,3$ mm. Particles of perlite were laid in a dense layer on a metal substrate mounted on a platform on electronic scales under the infrared emitter's working surface.

Experimental studies were aimed at obtaining radiation curves for perlite by the radiation method at different initial data. The studies were performed at a variable moisture content U kg/kg, heat flux qW/m^2 , fraction d mm, perlite layer thickness δ mm, and mass m_0 . In this case, to check the impact of an indicator on the drying process, it changed, and all others remained constant.

To test the effect of heat flux on the process of drying perlite by radiation, a portion of perlite of a certain constant mass and the same fraction was placed on a platform under an infrared emitter. Then exposed to infrared radiation of a certain power. The mass readings were transferred to a computer, and the perlite surface

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
temperature readings were taken every 30 seconds. To reduce the effect of error, the same type of experiments were performed 3 times for different heat flux values. To do this, change the distance from the infrared emitter to the surface of perlite.

The experiment was performed for 3 different heat fluxes by changing the distance between the perlite and the infrared emitter.

The influence of heat flux on the drying process of perlite is shown in Fig.2 (drying curves) and Fig. 3 (temperature curves).

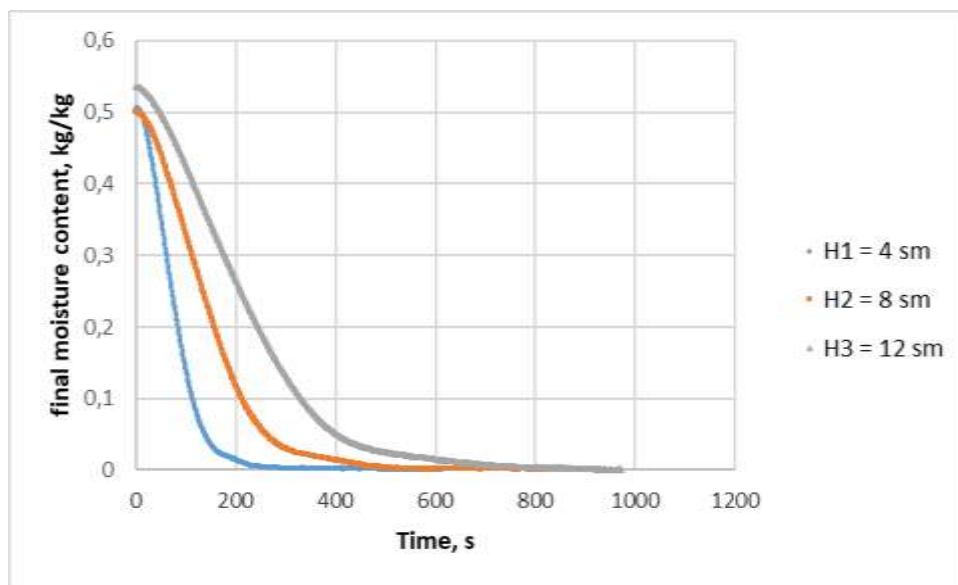


Figure 2 - Dependence of the final moisture content on the drying time

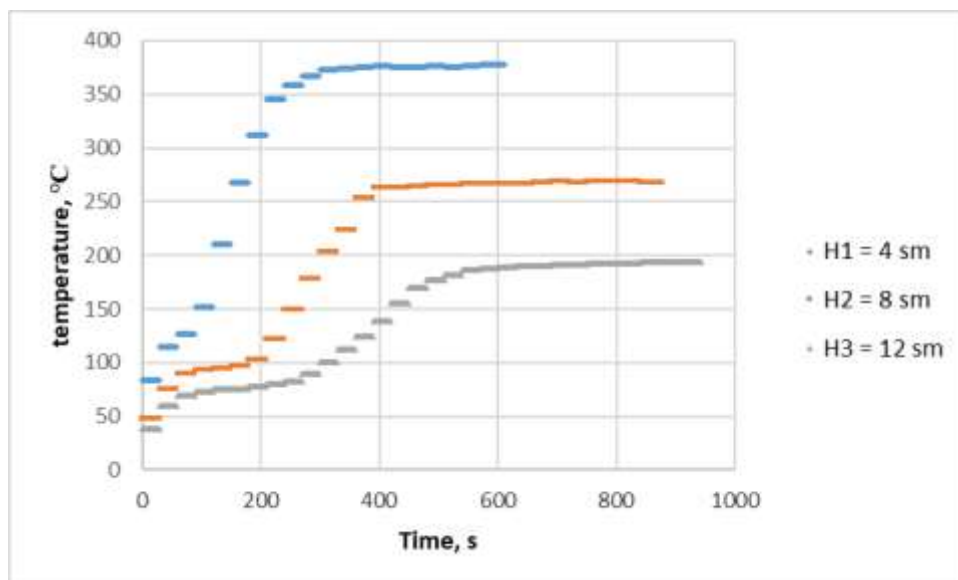


Figure 3 - Dependence of temperature on drying time

The obtained graphical dependences make it possible to estimate the influence of heat flux on the intensity of perlite drying by infrared radiation and the time of this process. The temperature curves can provide the required temperature of the drying process, and the drying curves to estimate the duration.

References:

1. Skubic, B., Lakner, M., Plazl, I. (2012). Microwave drying of expanded perlite insulation board. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51(8), 3314-3321.
2. Ochs, F.; Heidemann, W.; Muller-Steinhagen, H. Effective thermal conductivity of moistened insulation material as function of temperature. *Int. J. Heat Mass Transfer* 2008, 51, 539–552

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ
ПЕРЛІТУ В АПАРАТІ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ**

student Voitiuk V.O. c.t.s., prof. Marchevsky V.M.

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

Abstract: *The basic parameters of perlite are described: the mathematical model of process of cooling of perlite in the device of a fluidized bed is resulted.*

Keywords: PERLITE, APPARATUS, PHYSICAL MODEL, COOLING, LAYER

Анотація *Описані основні параметри перліту: наведено математичну модель процесу охолодження перліту в апараті псевдозрідженого шару.*

Ключові слова: ПЕРЛІТ, АПАРАТ, ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ, ОХОЛОДЖЕННЯ, ШАР.

Мета роботи – визначення основних параметрів процесу охолодження перліту, необхідних для проектування промислового апарату.

Перліт - це гірська порода вулканічного походження, яка при нагріванні до 900-1100 °С розширюється подібно «поп- корну». Це відбувається завдяки тому, що в перлітовому піску присутня зв'язана вода, яка при нагріванні до високих температур розширює основну породу - завдяки чому утворюється «спучений перліт», який використовується в різних сферах промисловості. Розмір гранул спученого перліту коливається від 1 мм до 5 мм, насипна щільність від 50 кг / м³ до 150 кг / м³. Саме ці маленькі численні пори забезпечують легкість та унікальні тепло- і

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
 звукоізоляційні властивості перліту, його вогнетривкість, хімічну інертність, відсутність впливу шкідників [1].

Спучений перліт набув широкого застосування в будівництві, металургії, криогенній техніці, сільському господарстві, харчовій промисловості. Але, як що спучувати перліт, в якому вміст зв'язаної води перевищує 3%. перегріта водяна пара розірве оболонки піщинок. Вони розпушуються. Відкривається їх внутрішня пориста поверхня на якій конденсується водяна пара з повітря. Зростає вологість і теплопровідність, такий перліт не годиться для теплоізоляції. Цю проблему вирішили Українські вчені, висушивши частину зв'язаної води за температури 240 °С. Отриманий термізований перліт направляють в охолоджувач, який розробляється в даній роботі.

Розроблено фізичну модель процесу охолодження перліту, в якій під впливом градієнту температур теплота переноситься теплопровідністю з об'єму частинок перліту до поверхні розподілу фаз. Далі, долаючи тонку повітряну плівку на поверхні гранули теплота переноситься конвекцією в турбулентний потік охолоджуючого повітря. Теплові параметри змінюються в часі, процес переносу не стаціонарний.

На основі даної моделі складено математичну модель. Математична модель процесу для сферичних частинок перліту описується диференціальним рівнянням Фур'є - Кірхгофа, яке виявляє зв'язок між часовою і просторовою зміною температури у довільній точці тіла, та граничними умовами 3 – го роду з врахуванням закону Фур'є [2].

$$\begin{cases} c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \cdot \frac{\partial T}{\partial R} \right) \\ \alpha \cdot (T_{\text{поверхні}} - T_{\text{теплоносія}}) = -\lambda \cdot \frac{dT}{dR} \end{cases}$$

де c – питома теплоємність перліту, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; ρ – густина перліту, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; λ – коефіцієнт теплопровідності перліту $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; α – коефіцієнт тепловіддачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; $T_{\text{пов.}}$ – температура поверхні перліту, К; $T_{\text{тепл.}}$ – температура теплоносія, К.

Початкові умови: $\tau_0 = 0; T = T(r); T_0 = T_{гр}$.

Висновки: математичне описання дозволяє розрахувати тривалість процесу.

Перелік посилань:

1. Петров В.П. Современное состояние и перспективы развития перлитовой промышленности // Перлиты.-М.,1981.-С.5-16.

2. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление; Справочное пособие-. М. Энергоатомиздат, 1990, 369с.: Ил.

BROACH EFFORT OF POLYMER PIPES DURING CALIBRATION

graduate student Podiman H., Senior Lecturer, Ph.D. Dvoinos Y.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT: *a study was carried out to determine the drawing force of the billet at the thermal contact of polymer-metal, the results compared with theoretical calculations.*

KEYWORDS: POLYMER PIPE, CALIBRATOR, BROACH EFFORT

ЗУСИЛЛЯ ПРОТЯГУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ ПРИ КАЛІБРУВАННІ

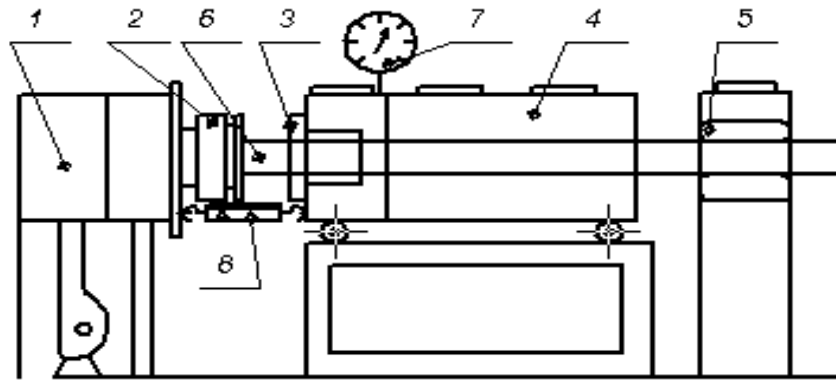
аспірант Подиман Г.С., к.т.н., ст.викл. Двойнос Я.Г.

АНОТАЦІЯ: *експериментально визначено зусилля протяжки трубної заготовки через калібруючий пристрій при виробництві труб з поліетилену високої густини та умови збереження термічного контакту полімер-метал, результати порівняно з теоретичними розрахунками.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОЛІМЕРНА ТРУБА, КАЛІБРАТОР, ЗУСИЛЛЯ ПРОТЯГУВАННЯ

In the manufacture of polymer pipes, one of the main forces influencing the process is the friction forces [1]. The force with which the workpiece is passed through the calibrator depends on the material and the vacuum pressure that maintains thermal contact. The purpose of modelling the calibration process is to provide conditions for reliable thermal contact and minimal compression to meet the condition of strength and prevent breakage of the workpiece.

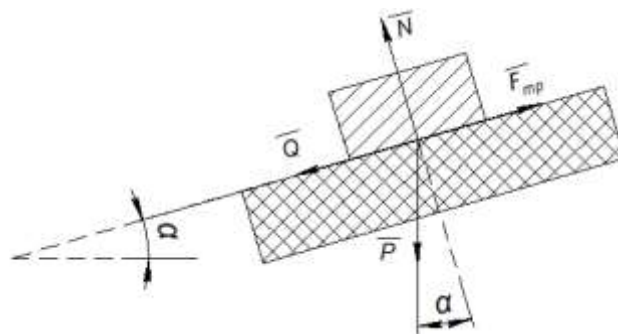
A laboratory extrusion tube line and a dynamometer attached to a calibrator mounted on rollers were used to measure the drawing force (Fig. 1). The study was performed using low-density polyethylene (high pressure) HXF-4810H from Karpatnaftohim [2]. A pipe with a diameter of 25 mm and a wall thickness of 4 mm was made.



1 - extruder; 2 - forming head; 3 - a calibrating sleeve; 4 - cooling bath; 5 - traction; 6 - pipe billet; 7 - manometer (division price 0.05 bar); 8 - dynamometer (division price 0,01kN)

Figure 1 - Scheme for determining the broach effort

The coefficient of friction was determined by field and numerical experiments. In fig. 2 shows a diagram of the definition.



P – is the vector of gravity, N ; N – is the reaction vector of the support, N ; $F_{\text{тр}}$ – friction force vector, N ; α – angle of inclination, Q – is the geometric sum of the vectors of gravity and the reaction of the support, N .

Figure 2 - Scheme for determining the coefficient of friction of the pipe material with metal

The coefficient of friction is calculated by the formula:

$$\mu = \operatorname{tg}(\alpha) \quad (1)$$

The modulus of the friction force vector and the reaction of the support can be determined by the formulas:

$$\begin{cases} F_{mp} = Q = P \cdot \sin\alpha \\ N = P \cdot \cos\alpha \end{cases} \quad (2)$$

From (2) and (1):

$$\mu = \frac{Q}{N} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \operatorname{tg}\alpha \quad (3)$$

The friction coefficient for the pipe material with a metal surface $\mu=0.789$ was determined experimentally.

The theoretical value of the broaching force that occurs when calibrating the pipe, N:

$$F_{fr} = \mu N = \mu \pi D \tau W \quad (4)$$

where D is the diameter of the billet, m; τ - time of thermal contact of the workpiece pipe with the calibrator sleeve, s; W - speed of calibration, m/s.

The results of calculations and experiments are recorded in table 1.

Table 1. Comparison of research results and calculation of drawing force

Vacuum pressure, bar	0	0,2	0,4	0,5
Broach effort is experimental, N	36	56	76	86
Broach effort is calculated, N	0	14,9	36,6	47,4

Conclusion: comparing the theoretical and experimental values, we conclude that at the time of the entry of the billet into the calibrator sleeve there is a pulling force equal to 36 N, which is due to the passage of the billet through the western part of the calibrator.

References:

1. Kornienko, Ya. M. Calibration of polypropylene pipes [Electronic resource]: monograph / Ya. M. Kornienko, H.S. Podiman, Ya. H. Dvoinos;

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". - Electronic text data. - Kyiv: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 2018 - 101 p.

2. Electronic catalog: <http://www.knh.com.ua/uk/spetsyfikatsiya-polietylenu/>
(20.04.2021)

ПЛАСТИФІКАТОРИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРОХМАЛЮ

аспірант Бишко М.А.; к.т.н., доцент Семінський О.О.,
к.т.н., доцент Зубрій О.Г.

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

АНОТАЦІЯ

Розглянуто основні типи пластифікаторів для отримання термопластичних матеріалів на основі крохмалю та вплив їх комбінацій та концентрацій на фізико-хімічні та механічні властивості отриманого термопластичного матеріалу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КРОХМАЛЬ, ПЛАСТИФІКАТОР, ТЕРМОПЛАСТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ.

SUMMARY

The main types of plasticizers for starch thermoplastic material and the impact of their combination and concentration on physical, chemical and mechanical properties of the obtained thermoplastic material are outlined.

KEY WORDS: STARCH, PLASTIFICATOR, THERMOPLASTIC MATERIAL.

Наявні критичні обсяги та темпи забруднення довкілля пластиками, одержаними з видобувних джерел, вимагають невідкладного докладання значних зусиль для розробки біологічно розкладних матеріалів. Крохмаль – природний полісахарид, що отримується з найрізноманітніших сільськогосподарських культур, був та залишається одним із

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
найперспективніших матеріалів для виробництва біорозкладного пластику. Це зумовлено тим що він має схожі зі звичайними пластиками характеристики в процесі обробки та подібні їм експлуатаційні параметри одержаних з нього матеріалів. Важливий крок до стимулювання виробників до впровадження полімерів на основі крохмалю полягає у можливості забезпечення виробництва та переробки таких матеріалів за типовими для галузі технологіями.

Наразі ряд досліджень крохмалю спрямовані на вивчення методів отримання термопластичного матеріалу з нього (ТПК), що досягається шляхом змішування натурального крохмалю з пластифікаторами при підвищеній температурі і певному напруженні зсуву так, що вихідна структура крохмалю повністю або частково руйнується, в основному через втрату кристалічності. Втрата кристалічності відбувається в два етапи, перший з яких відповідає набряканню частинок крохмалю, що спостерігається при температурі 60...70 °С. Другий етап, що спостерігається при температурі вище 90 °С, призводить до надмірного набрякання і желатинізації, які супроводжуються руйнуванням цілісності гранул крохмалю. Під час желатинізації молекули крохмалю вивільняються зі структури гранул [1]. Якщо на цьому етапі на гранули діють відповідні напруження зсуву, то набряклі гранули зазвичай руйнуються з утворенням термопластичного матеріалу [2]. Додавання пластифікатора до желатинізованого крохмалю дозволяє вільним молекулам крохмалю поводитися аналогічно звичайним термопластичним синтетичним полімерам. Отриманий таким чином крохмаль відомий як термопластичний крохмаль (ТПК).

Властивості ТПК залежать від декількох факторів, найбільш важливими з яких є структура крохмалю, обумовлена походженням нативного крохмалю, і параметри процедури приготування ТПК, але склад кінцевого ТПК з урахуванням добавок, що додаються в процесі

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
приготування, також надзвичайно важливий, оскільки може впливати на можливість його використання [2].

Роль пластифікатора полягає в усуненні водневих зв'язків і збільшенні вільного об'єму, що призводить до більш високої рухливості ланцюгів крохмалю і зниження температури склування [3]. Природа і властивості пластифікаторів безпосередньо впливають на температуру склування. У той час як температури склування сухого нативного крохмалю становить 228 °С, її значення для крохмалю з вмістом води, наприклад, 12 % становить близько 55 °С [4]. Аналогічні ефекти відмічаються також для інших концентрацій води або різних пластифікаторів [2]. Додавання води – найпростіший варіант для приготування ТПК, проте ТПК, що приготований у водному середовищі, має низькі механічні властивості, в основному через велику крихкість [5]. Крім води, яка завжди присутня в якості основного інгредієнту, гліцерин найбільш часто використовується у якості пластифікуючої добавки. Але, окрім гліцерину, у якості пластифікаторів крохмалю застосовується і ряд інших речовин, таких як поліоли, гліколі, формаїд, сечовина, ацетамід, лимонна або меллінова кислота, сполуки фосфору тощо [6].

При застосуванні пластифікаторів, що містять гідроксили (гліколі [7]) або поліоли (сорбіт, ксиліт, мальтитол) [8], важливу роль відіграє їх молекулярна маса. ТПК, що містять пластифікатори з більш високою молекулярною масою, міцніші, мають більш високу температуру склування, але крихкіші [3].

Всі механічні параметри істотно залежать як від джерела крохмалю, так і від застосовуваного пластифікатора, що підтверджується експериментальними даними, за якими заявлені значення становлять від 0,25 до 21 МПа для міцності на розрив, від 1,5 до 102 % для деформації при розриві і від 2 до 1052 МПа для модуля Юнга [9]. Найвища межа міцності на розрив 21 МПа і модуль Юнга 1052 МПа, досягнуті для рисового крохмалю з сорбітолом [10], в той час як найнижчі значення (0,25 МПа для міцності і 2 МПа для модуля Юнга) виявлені для кукурудзяного крохмалю з гліцерином

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
і стеариновою кислотою [11]. Низьке подовження при розриві (2 %) виявлено для рисового крохмалю з сорбітом або з гліцерином [10], в той час як найбільш високе значення (102 %) досягнуто для маніокового крохмалю з гліцерином [12].

За даними [13] використання лимонної кислоти без іншого пластифікатора призводить до поліпшення вологостійкості і бар'єрних властивостей ТПК. Лимонна кислота також здатна ініціювати зшивання крохмалю, що призводить до корисної зміни механічних властивостей і підвищення стабільності цих властивостей за різних температур [14]. Наприклад, зшивання лимонною кислотою призвело до зниження вологопоглинання термопластичного крохмалю з 32% до 21% [15], а також до збільшення міцності на розрив крохмальних литих плівок. Проте, в результаті додавання 30% гліцерину ці ж характеристики істотно знизилися до значень нижче 1,5 МПа [14]. Відмічається [13], що ТПК, що містить суміш лимонної кислоти з гліцерином, стабілізує аморфну структуру і запобігає ретроградації.

Істотне збільшення міцності на розрив ТПК спостерігається при застосуванні у якості пластифікатора сечовини без додавання гліцерину, де значення модуля Юнга для зразків, що містять гліцерин, визначені в діапазоні від 0,8 до 3,5 МПа, а модуль Юнга для крохмалю, пластифікованого сечовиною без гліцерину, перевищив 650 МПа [10].

Для ТПК, пластифікованого тільки сечовиною, межа міцності на розрив становила 12,55 МПа, а модуль Юнга досягав 1664 МПа, але межа деформації на розрив становила лише 5,7%. Додавання до композиції етаноламіну призводить до отримання матеріалу з істотно більш високою пластичністю в порівнянні з крохмалем, пластифікованим сечовиною без сопластифікатора. Так ТПК, пластифікований сечовиною (15 %) і етаноламіном (15 %), показав кращу термічну стабільність і механічні властивості: межа міцності на розрив досягала 9 МПа та межа деформації на розрив становила 34,4 % відповідно [16].

Наведені результати свідчать про те, що найбільш важливим питанням на етапі підготовки до виготовлення термопластичного матеріалу на основі крохмалю є коректний підбір відповідних пластифікаторів, а також, правильний вибір їх комбінацій і концентрацій, що необхідно для отримання заданих фізико-механічних характеристик матеріалу, що виготовляється.

References:

1. Gomez, M. H., & Aguilera, J. M. (1984). A physicochemical model for extrusion of corn starch. *Journal of Food Science*, 49, 40.
2. J.W. Donovan, Phase transitions of the starch–water system, *Biopolymers* 18 (1979) 263–275.
3. H.A. Pushpadass, D.B. Marx, M.A. Hanna, Effects of Extrusion Temperature and Plasticizers on the Physical and Functional Properties of Starch Films, *Starch – Stärke* 60 (2008) 527–538.
4. P.D. Orford, R. Parker, S.G. Ring, A.C. Smith, Effect of water as a diluent on the glass transition behaviour of malto-oligosaccharides, amylose and amylopectin, *International Journal of Biological Macromolecules* 11 (1989) 91–96.
5. H. Liu, F. Xie, L. Yu, L. Chen, L. Li, Thermal processing of starch-based polymers, *Progress in Polymer Science* 34 (2009) 1348–1368.
6. A.M. Nafchi, M. Moradpour, M. Saeidi, A.K. Alias, Thermoplastic starches: Properties, challenges, and prospects, *Starch – Stärke* 65 (2013) 61–72.
7. A.L. Da Róz, A.J.F. Carvalho, A. Gandini, A.A.S. Curvelo, The effect of plasticizers on thermoplastic starch compositions obtained by melt processing, *Carbohydrate Polymers* 63 (2006) 417–424.
8. R.A. Talja, H. Helén, Y.H. Roos, K. Jouppila, Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films, *Carbohydrate Polymers* 67 (2007) 288–295.
9. Y.C. Zhang, C. Rempel, D. McLaren, Thermoplastic starch, Chapter 16 in. J. H. Han (Ed), *Innovations in Food Packaging (Second Edition)*, Academic Press,

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, NY, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, 2014, pp. 391–412.

10. A. B. Dias, C. M. O. Müller, F. D. S. Larotonda, J. B. Laurindo, Mechanical and barrier properties of composite films based on rice flour and cellulose fibers, *LWT - Food Science and Technology* 44 (2011) 535–542.

11. A. H. Pushpadass, M. A. Hanna, Age-Induced Changes in the Microstructure and Selected Properties of Extruded Starch Films Plasticized with Glycerol and Stearic Acid, *Industrial & Engineering Chemistry Research* 48 (2009) 8457–8463.

12. C. M.O. Müller, J. B. Laurindo, F. Yamashita, Effect of cellulose fibers on the crystallinity and mechanical properties of starch-based films at different relative humidity values, *Carbohydrate Polymers* 77 (2009) 293–299.

13. E. Olsson, M.S. Hedenqvist, C. Johansson, L. Järnström, Influence of citric acid and curing on moisture sorption, diffusion and permeability of starch films, *Carbohydrate Polymers* 94 (2013) 765–772.

14. N. Reddy, Y. Yang, Citric acid cross-linking of starch films, *Food Chemistry* 118 (2010) 702–711.

15. P. G. Seligra, C. M. Jaramillo, L. Famá, S. Goyanes, Biodegradable and non-retrogradable eco-films based on starch–glycerol with citric acid as crosslinking agent, *Carbohydrate Polymers* 138 (2016) 66–74.

16. X.F. Ma, J.G. Yu, J.J. Wan, Urea and ethanolamine as a mixed plasticizer for thermoplastic starch, *Carbohydrate Polymers* 64 (2006) 267–273.

UDC 66.048.3

MODERNIZATION OF THE STEAMING COLUMN

undergraduate Dmitruk AV, Ph.D., Assoc. Stepanyuk A.R.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. *The article considers the technological scheme of selective oil purification, describes the stripping column and formulates the directions of its modernization*

KEY WORDS: SELECTIVE CLEANING, OIL, STEAMING COLUMN

УДК 66.048.3

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІДПАРНОЇ КОЛОНИ

магістрант Дмитрук А.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

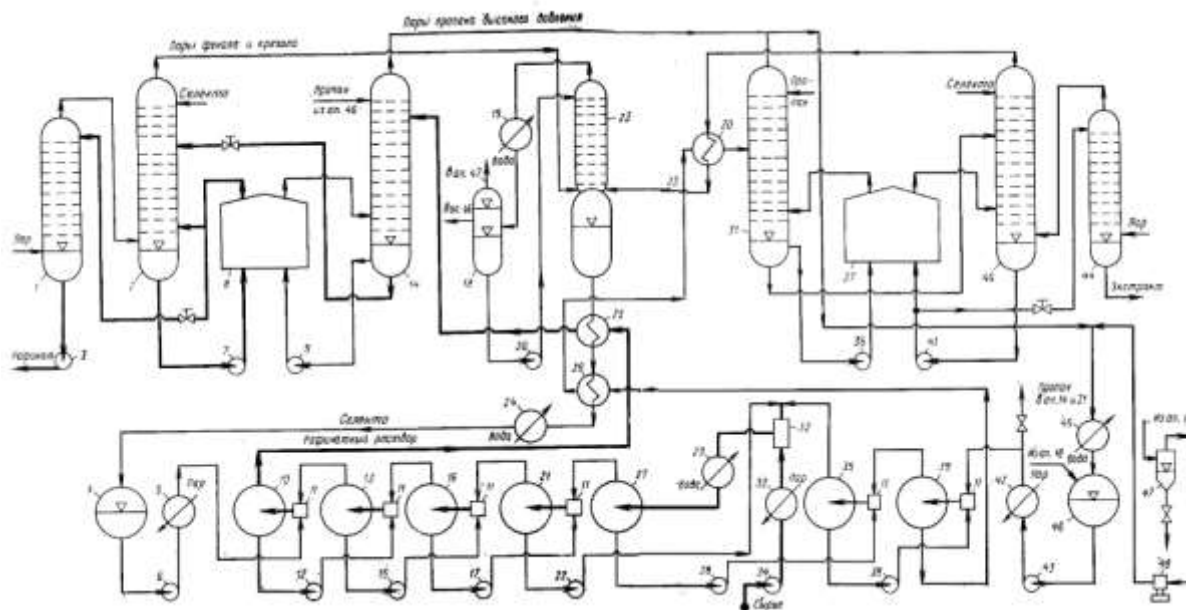
АНОТАЦІЯ. *В статті розглянуто технологічну схему селективної очистки мастила, описано відпарну колону та сформульовано напрями її модернізації*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СЕЛЕКТИВНА ОЧИСТКА, МАСТИЛО, ВІДПАРНА КОЛОНА

Installation for purification of concentrates with a mixture of propane, phenol and cresol is designed to obtain final oil raffinates of high viscosity [1].

The main sections of the installation are as follows: extraction of raw materials with solvents, regeneration of solvents from raffinate solution, regeneration of solvents from extract solution and regeneration of solvents from aqueous solutions. Cleaning with steam solvents is carried out in horizontal devices - extractors. The extraction compartment consists of seven sections, each

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
of which includes a mixer and a settling tank. The technological scheme of installation is presented in figure 1.



1, 2, 14, 23, 31, 40, 44 - columns;

3, 6, 7, 9, 12, 15, 17, 20, 22, 28, 34, 36, 38, 41, 43 - pumps; 4, 46 - receivers;

5 - heater; 8, 37 - tubular furnaces; 10, 13, 16, 21, 27, 35, 39 - extractors; 11,

32 - mixers; 18 - settling tank;

19, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 42, 45 - heat exchangers; 47 - sprinkler;

48 – compressor.

Figure 1 - Technological scheme of the installation for purification of oil residues with vapor solvents without prior deasphalting of raw materials

The raw material - concentrate or tar - is fed by the pump 34 through the steam heater 33 to the mixer 32. Here is fed and the raffinate phase coming out of the extractor 35 and the extractive phase which is pumped by the pump 22 from the extractor 21. From the mixer mixture after cooling in the refrigerator 29 is introduced into the extractor 27. The degree of preheating of the raw material and subsequent cooling of the mixture leaving the mixer 52 depends on the type of raw material. In the mixer it is necessary to provide high-quality mixing and the required temperature of the mixture before it is fed into the extractor 27. The

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
extraction temperature must be below the temperature of mutual solubility of the components so that the mixture represents two phases.

The solvents are fed to the final extractors. Prior to the introduction into the first extractor 39 of propane supplied by the pump 43, passes the heat exchanger 42 (this apparatus can serve as a refrigerator or heater); at the outlet of it, the temperature of propane is maintained between 37 and 47 ° C.

Phenol-cresol mixture, conventionally called "selecto", the pump 6 through the heater 5 at a temperature of 35-52 ° C is fed to the extractor 10. Before entering each extractor, the upper layer of liquid coming from the previous unit is mixed with the lower layer on the next levels. In the extractor, the mixture is divided into two new layers - refined and extracted modified composition.

The raffinate solution (upper layer) moves from the extractor 27 to the last extractor 10, the extractive solution (lower layer) is fed by pumps 12, 15, 17, 22, 28 and 38 in the opposite direction. Thus in the extractors there is a countercurrent. In extractors 35 and 97, only extractive solutions are treated with liquid propane.

The final extraction products are the raffinate solution (upper layer) leaving the extractor 10 and the extract solution (lower layer) leaving the extractor 39. Each solution under pressure, which is maintained in the extractors, is sent to its solvent regeneration system. The raffinate solution contains 14-25% (wt.) Raffinate, 20-22% (wt.) Selecto, the rest - propane.

The raffinate solution at the outlet of the extractor 10 is heated to 125 ° C in the heat exchanger 25 due to the heat selecto coming out of the column 23, and enters the upper part of the propane raffinate column 14, the pressure in the column 14 is maintained in the range of 1.5-1.9 MPa. Propane from the receiver 46 is fed to the upper plate of this column as irrigation. Propane vapors are discharged from the top of the column 14 and condensed in the condenser of the refrigerator 45, the liquid propane flows into the receiver 46, from where it returns to the extraction system.

The temperature at the bottom of the column 14 is maintained at about 300 ° C, for which the pump 9 recirculates part of the solution through the coils of the

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
tubular furnace 8, the recirculated return to the column at a temperature of 330-340 ° C.

The raffinate solution containing 0.2-0.3% (wt.) Propane, due to the pressure difference from the bottom of the column 14 in the selective-raffinate column 2. The pressure in this column is about 0.07 MPa. From the top of column 2, a mixture of vapors of selecto and propane is sent to column 23. Cold irrigation of column 2 is selecto. The heat required to remove the solvent is introduced raffinate, circulating in the scheme: the bottom of the column 2, pump 7, furnace 8, column 2. As a result, the temperature below the column 2 is maintained at 330-340 ° C.

The balance amount of raffinate from the bottom of the column 2 is sent to the upper part of the column 1, under the lower plate of which is fed superheated water vapor. Steam from column 1 is introduced into the lower part of column 2, and the raffinate from the bottom of column 7 is sent by the pump 3 to the tubular steam generator (not shown), which is used to generate water vapor, then in the refrigerator and in the tank of the target product. The water vapor obtained in the steam generator is fed to the bottom of the column 1 (if necessary, the steam is passed through the superheaters of the furnace).

The extract solution coming from the extractor 39 passes first to the heat exchanger 26, where it is heated by hot selecto, then to the heat exchanger 30. The mode of operation of this column: pressure 1.8-2.0 MPa, top temperature 60-80 ° C, bottom 270-305 ° C, the temperature of the solution ~ 150 ° C. On the upper plate of the column 31 is propane. The temperature of the column 31 is maintained by circulating part of the residue by means of a pump 36 through one of the coils of the tubular furnace 37, where the solution is heated to 310-320 ° C.

The balance amount of extract solution from the bottom of the column 31 moves due to the pressure difference in the upper part of the phenol-cresol column 40, here as irrigation is used selecto, Mode of operation of the column 40: pressure 0.07 MPa, top temperature 190-205 ° C, bottom - 270 -340 ° C.

The mixture of vapors of phenol, cresol, propane residues and water coming from the top of the column 40 enters the heat exchanger 30. Superheated water vapor used to evaporate the solvent in the column 44 is produced by a steam generator (not shown), which uses the heat of the extract. Phenol, cresol and water vapors leaving the column 44 enter the lower plate of the column 40; the extract after cooling is sent to the tank. The pressure in column 44 is from 0.05 to 0.07 MPa.

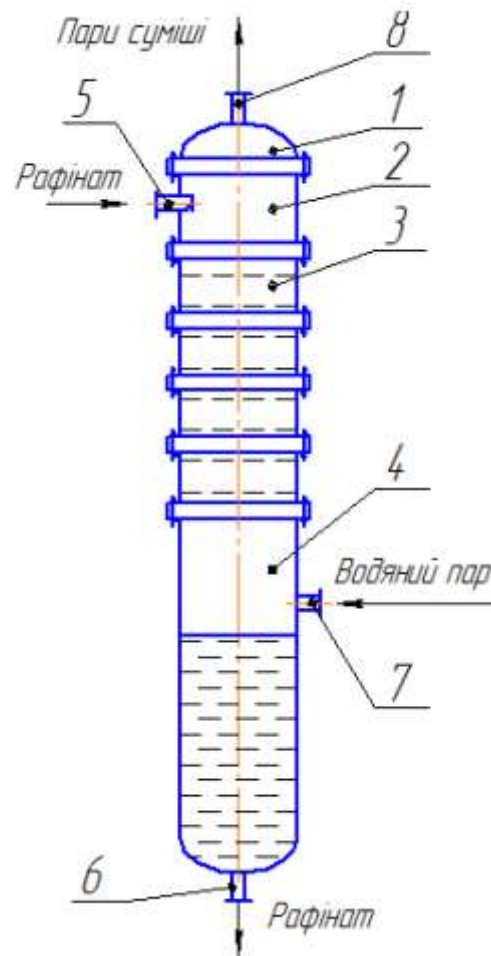
A mixture (vapor and liquid) of phenol and cresol, water vapor and propane leaving the heat exchanger 30, as well as a mixture of vapors leaving column 2, enter the column 23. Here due to excess heat of phenol and cresol vapors the mixture is divided into dehydrated a mixture of phenol and cresol, derived from the bottom of the column, and vapor azeotropic mixture of phenol and cresol with water (92% wt. water and 8% wt. selecto), which come from the top of this column together with gaseous propane.

Phenol, cresol and water vapor are completely condensed in the condenser-refrigerator 19. The condensate enters the settling tank 18, from the top of which gaseous propane is removed. Next, propane through the spray separator 47 is sent to receive the compressor 48 and after compression to a pressure of 1.4 to 1.6 MPa and liquefaction in the condenser 45 is collected in the receiver 46.

The two phases formed in the settling tank 18 are a solution of water in a mixture of phenol and cresol (lower layer) and a solution of the latter in water (upper layer). The lower layer is pumped 20 is fed to the upper plate of the column 23 as irrigation. The upper layer containing 6-9% (wt.) Selecto and 94-91% (wt.) Water, flows into a special container (in the diagram, this node is not shown), where it connects with propane, which enters the receiver 46. Propane captures the selecto, and water after additional settling is fed into the steam generator to produce water vapor.

Dehydrated in column 23 phenolic-cresol mixture containing not more than 0.5% (wt.) Water, is fed by a pump (not shown) through heat exchangers 25 and 26 and the refrigerator 24 in the receiver 4 of the solvent circulating in the system.

The aim of the work is to modernize the stripping column shown in Figure 2 [2, 3].



- 1 - elliptical cover; 2 - cylindrical shell; 3 - tsarga with plates;
4 - cube; 5 - the union for an entrance of a refinery; 6 - the union for an exit
of a refinery;
7 - fitting for water supply; 8 - fitting for the release of vapors of the
azeotropic mixture

Figure 2 - Scheme of the stripping column

The initial mixture (phenol, cresol and lubricant) is loaded through the nozzle 5. Water is supplied through the nozzle 7, which rises. The evaporation process takes place directly on the plates, which are fixed in the tsars 3. The substance enters the plate, where it comes into contact with water vapor through the holes in the caps.

The purified oil is selected through 6, and to remove vapors of a mixture of phenol cresol and water provided a fitting 7.

References

1. Album of technological schemes of oil and gas refining processes - Ed. WOULD. Bondarenko. - М :: Химия, 1983. - 128 с., Ил.

2. Нишук М.П. / Модернізація відпарної ректифікаційної колони контактної очистки мастил // Нишук М.П., Степанюк А.Р. XIV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів". (Київ 15-16 квітня 2014р) зб. тез. доп. К.: Видавництво УВОї „Допомога” УСІ” 2014..

3. Dmytruk AV / Modernization of the selective oil purification unit with the development of a stripping column and a steam generator // Dmytruk AV, Stepanyuk AR. Collection of abstracts of the XIX International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Resource and Energy Saving Technologies and Equipment" (November 25-26, 2020, Kyiv) / Compiled by Ya.M. Kornienko. - К. : "KPI. Igor Sikorsky », 2020. - 305 p

**АКТУАЛЬНІСТЬ ВОДОНЕПРОНИКНОГО ДИХАЮЧОГО
ТЕКСТИЛЮ ДЛЯ ВИГРОБНИЦТВА ОДЯГУ**

аспірант Косенко В.В., к.т.н., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація. Проведено огляд джерел інформації, за результатами якого встановлено збільшення попиту на гідрофобні тканини. Визначено актуальність збільшення виробництва екологічних тканин з водовідштовхувальними та водостійкими властивостями. Відмічено доцільність активізації розробок у напрямі вдосконалення «дихаючого текстилю» та засобів для підтримки його експлуатаційних характеристик.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВОДОНЕПРОНИКНИЙ ДИХАЮЧИЙ ТЕКСТИЛЬ, ГІДРОФОБНА ТКАНИНА, ВОДОВІДШТОВХУВАЛЬНЕ ПОКРИТТЯ, НАТУРАЛЬНИЙ ОДЯГ.

Summary. The review of information sources was conducted, which resulted in an increase in demand for hydrophobic fabrics. The urgency of increasing the production of ecological fabrics with water-repellent and water-resistant properties is determined. The expediency of intensification of developments in the direction of improvement of "breathable textiles" and means for maintenance of its operational characteristics is noted.

KEYWORDS: WATERPROOF BREATHABLE TEXTILE, HYDROPHOBIC FABRIC, WATER-REPELLENT COATING, NATURAL CLOTHING

Світовий ринок текстилю демонструє стабільну тенденцію до збільшення попиту на матеріали, що мають гідрофобні властивості. Такі матеріали активно застосовуються для виготовлення верхнього одягу або як

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
верхнє покриття у наметах, спеціалізованому одязі та взутті, а також інших матеріалах технічного і побутового призначення.

За даними [1], прогнозується щорічне зростання ринку водонепроникного дихаючого текстилю на 5,7 % у період з 2016 по 2027 рр. (рис 1).

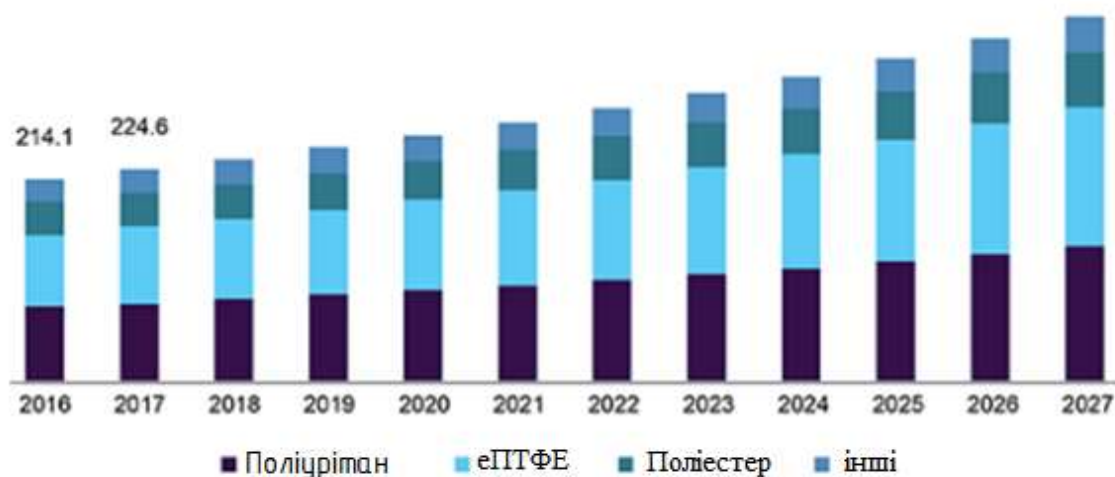


Рисунок 1. Тенденція до збільшення розміру ринку водонепроникного дихаючого текстилю за сировиною в млн. доларах США [1]

Важливий чинник збільшення попиту на гідрофобні тканини полягає у стабільному підвищенні інтересу людей до переходу до активного способу життя і популяризації занять спортом, що виступає рушієм до створення і вдосконалення комфортного одягу і взуття, які не пропускають вологу ззовні, але пропускають пару з середини.

Тканини з гідрофобним покриттям мають ряд функціональних особливостей, порівняно з тканинами без покриття, серед яких водонепроникність, стійкість до забруднень органічного та неорганічного походження, підвищені фізико-механічні характеристики [2].

Гідрофобність тканини, яка оброблюється залежить не тільки від властивостей матеріалу, але й від структури поверхні і якості нанесеного на поверхню шару гідрофобного матеріалу. Встановлено, що надання матеріалам гідрофобних властивостей можливо за рахунок застосування покриттів, що мають більший кут змочування водою порівняно з

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
необробленою поверхнею [3]. З практичної точки зору, доцільно використання матеріалів з крайовими кутами змочування води більше 120° . Особливе місце серед таких матеріалів займають супергідрофобні покриття, що характеризуються високими крайовими кутами змочування (більше 150°) і малим кутом нахилу поверхні до горизонту, за якого крапля води скочується з неї [2]. Найчастіше для збільшення кута змочування використовують емульсії на основі парафіну та солей алюмінію або цирконію, вищі жирні кислоти або спирти, органічні компоненти хрому, флуоровмісні речовини та кремнійорганічні сполуки [3].

Важливим завданням зовнішнього покриття є захист поверхні тканини від насичення її водою. За рахунок того, що просочена тканина має великий кут змочування, вода яка потрапляє на поверхню тканини збирається в краплі і швидко скочується з неї. Для комфортного використання водонепроникного дихаючого текстилю, який використовується у побуті найчастіше використовують багатошаровий захист тканини де [4-5]:

- Зовнішня поверхня тканини обробляється спеціальною стійкою до вимивання та стирання емульсією на основі високомолекулярних сполук з високою поверхневою активністю, яка після обробки забезпечує захист тканини від поглинання та просочування води.

- З середини на тканину наноситься покриття серед яких найчастіше використовують: експандований політетрафторетилен (еПТФЕ), поліуретан, поліестер та інші.

Одним з актуальних та перспективних напрямів розвитку текстильної промисловості, є перехід на натуральний одяг, який забезпечує чудовий комфорт при носінні і максимальну екологічність, порівняно з альтернативами з синтетичних матеріалів. Як наслідок, провідні гравці галузі поступово збільшують обсяги виробництва водонепроникного дихаючого текстилю з тканин на основі рослинних волокон. У той же час, широке використання натурального одягу ускладнене швидкою зношуваністю зовнішнього покриття та необхідністю використання більшого об'єму

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
гідрофобного покриття, що призводить до збільшення собівартості продукції [1].

Перевагою зовнішнього покриття тканин методом просочення, є те що воно суттєво не впливає на «дихальні властивості тканини», що добре для експлуатації одягу. Але з часом такі фактори як бруд, жир, опади, прання та інші знижують ефективність гідрофобного просочення, через що збільшується поглинання води тканиною. Тому просочення гідрофобним покриттям необхідно оновлювати. Для цього використовуються спеціальні спреї та інші засоби, які дозволяють відновити захист тканини в побутових умовах. Але відновлення в побутових умовах ускладнено технологічними особливостями просочування, де для того щоб відбулося фізико-хімічне зв'язування гідрофобного покриття та тканини необхідна витримка при високих температурах або використання шкідливих речовин для пришвидшення процесу [4].

Поступове збільшення попиту на текстильні матеріали з гідрофобним покриттям та підвищення популярності натуральних матеріалів в одязі і взутті вимагає поліпшення характеристик зовнішнього покриття на натуральному текстилі, зменшення його собівартості та більш простого його відновлення в домашніх умовах.

Бібліографія:

1. Waterproof Breathable Textiles Market Size, Share & Trends Analysis Report By Raw Material (ePTFE, Polyurethane, Polyester), By Fabric, By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2020-2027 [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/waterproof-breathable-textiles-industry>.
2. Marmur, A. The lotus Effekt: Superhydrophobicity and Metastability / Langmuir. 2004. V.20. P.3517-3519.

3. Міщенко Г. В. Кремнієорганічні сполуки в сучасних технологіях гідрофобного оброблення тканини / Г. В. Міщенко, В. В. Назарова. – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – 189 с.

4. Бойнович Л. Б. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение / Л. Б. Бойнович, А. М. Емельяненко. // 2008. – 2008. – С. 619–637.

5. Dr. Majid Hosseini. Materials with Extreme Wetting Properties Methods and Emerging Industrial Applications / Dr. Majid Hosseini, Dr. Ioannis Karapanagiotis., 2021. – 369 с.

THE POWER OF THE SPRAY DISPERSER DRYER DRIVE

student Khomenko M., associate professor, Ph.D. Zubriy O.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract. The energy consumption in the dispersant is considered spraying dryer. Useful energy consumption is the consumption of energy to accelerate the liquid in the spray. The theoretical power consumption for fluid acceleration is calculated and their comparison with the installed power is presented. Power during the start-up period is analyzed.

KEY WORDS: DISPERSER, KINETIC ENERGY, POWER DURING OPERATION AND START-UP PERIODS

ПОТУЖНІСТЬ ПРИВОДУ ДИСПЕРГАТОРА РОЗПИЛЮВАЛЬНОЇ СУШАРКИ

магістрантка Хоменко М, к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

***Анотація:** Розглянуто витрати енергії в диспергаторі розпилювальної сушарки. Корисною є витрата енергії на прискорення рідини в розпилювачі. Розраховано теоретичні витрати потужності на прискорення рідини та представлено їх порівняння з встановленою потужністю. Проаналізовано потужність в пусковий період*

КЛЮЧОВЫ СЛОВА: ДИСПЕРГАТОР, КІНЕТИЧНА ЕНЕРГІЯ, ПОТУЖНІСТЬ В РОБОЧИЙ ТА ПУСКОВИЙ ПЕРІОД.

In spray dryers use centrifugal sprayers designed for fine spraying of solutions, suspensions. The high-speed shaft of a spray disk is put in rotary movement through the raising chevron reducer. Centrifugal electric blade sprayers and centrifugal electric nozzle sprayers are used. Technical characteristics of sprays are given in [1, v.2 p.827].

Circular speed of disks is maintained at the level of 105-140 m/s.

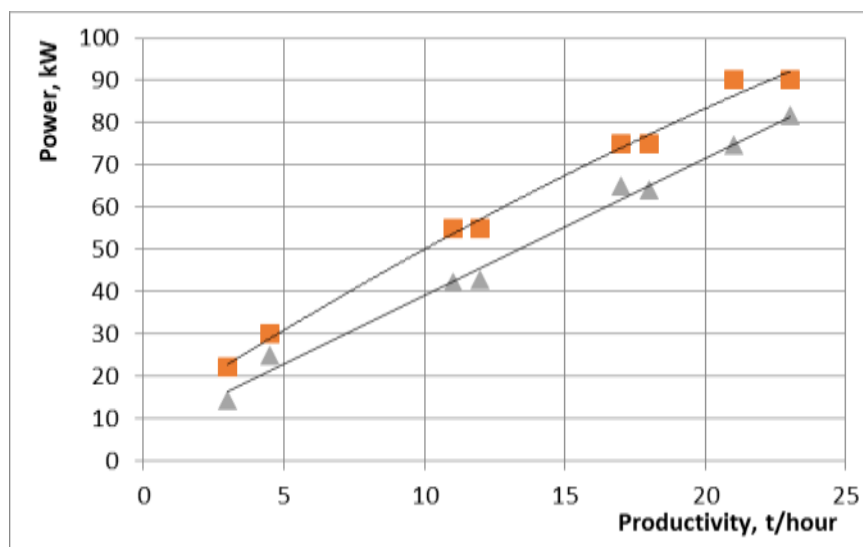
When moving in the disk, the fluid acquires a portable (circular) and relative velocity. In the absence of drag, the portable and relative velocities are the same

and equal to the maximum value of $W = \omega \cdot R$ on the outer radius of the disk R , where ω is the angular velocity. Then the resulting velocity has the value $W_p = W \cdot \sqrt{2}$ and the kinetic energy reaches the maximum value. The energy consumption for the acceleration of the fluid in the disk is the power $N = \frac{m \cdot W_p^2}{2}$, where m is the mass flow rate of the fluid.

The spray of liquids occurs when the liquid enters the coolant layer due to kinetic energy. To evaluate the efficiency of the drive, we take the maximum power N .

The calculated power N is performed in the work and its comparison with the installed power is performed.

Centrifugal electric blade sprayer: the installed capacity exceeds the estimated 1,1 - 1,54; the efficiency is 0,909 – 0,66. The ratio of installed capacity to productivity is 3,97 kW/t to 7,3 kW/(t of liquid). The results of the calculations are presented in Figures 1.

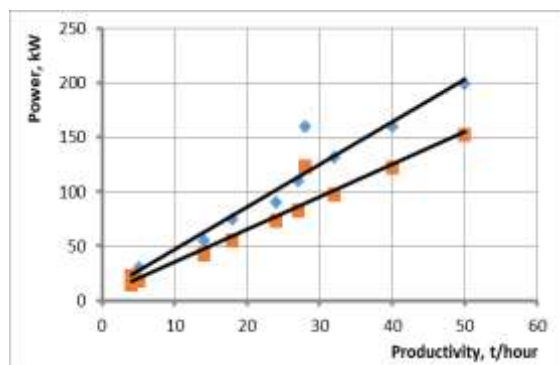


The upper curve - the installed power, the lower curve - the calculated power.

Figure 1 - Centrifugal electric blade sprayer.

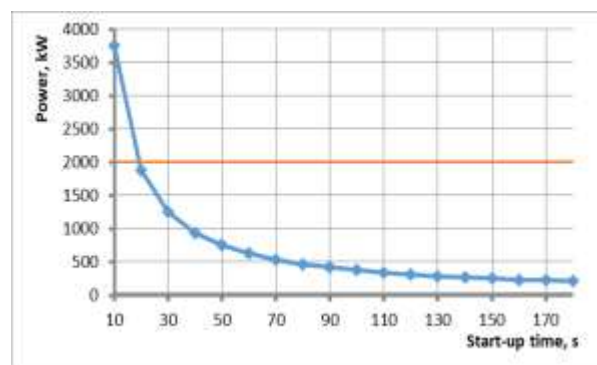
Centrifugal nozzle spray: The installed capacity exceeds the estimated 1,23 - 1,62. Therefore, the efficiency is 0,81 – 0,62. The results of the calculations are presented in Figures 2.

Power during start-up is defined as the sum of the powers to accelerate to the operating speed W of the parts of the sprayer: $N_i = \sum_1^n N_i$. Power parts calculated by the formula $N_i = \frac{J_i \cdot W_i^2}{2 \cdot \tau}$, where J_i is the moment of inertia, i is the part number, τ is the start time. Calculations were performed for a spray with a diameter of 120 mm [2].



The upper curve - the installed power, the lower curve - the calculated power.

Figure 2 - Centrifugal nozzle spray.



—◆— starting power;
— engine power

Figure 3 - Graph of power versus start-up time

Conclusion: according to the analysis of energy consumption of the dispersant in the working and starting periods, it is established that the installed engine power can be reduced by reducing the ventilation effect of the spray disk and reducing the pumping of coolant through the disk. During start-up it is possible to use modern methods of smooth regulation of speed of rotation.

References:

1. А.С. Тимонин Основы конструирования и расчета химико-технологического и охранного оборудования. Справочник. Изд. 2-е переработанное и дополненное. В 3-х т. Издательство Н. Бочкаревой, Калуга.2002. т.2 с.827
2. Долинский А.А. Распылительная сушка. В 2-х т. Т. 2. Теплотехнологии и оборудование для получения порошковых материалов /А.А. Долинский, К.Д. Малецкая. — К. : Академперіодика, 2015. — 390 с

UDC 621.565.954.4

**SOME MODERN PLATE STRUCTURES OF
PLATE HEAT EXCHANGERS**

student S. Daniuk, PhD, Associate Professor, academic supervisor O. Seminskyi

National Technical University of Ukraine

Kyiv Polytechnic Institute

***Abstract.** According to the results of the patent research, some modern designs of heat exchange plates are presented as the main elements of plate heat exchangers. Features of their configurations are noted. Some modern tendencies in improvement of designs of heat exchange plates are presented.*

KEY WORDS: HOLE, PLATE, HEAT EXCHANGER.

***Анотація.** За результатами патентного дослідження представлено деякі сучасні конструкції теплообмінних пластин, як основних елементів пластинчастих теплообмінних апаратів. Відмічено особливості їх конфігурацій. Виділено деякі сучасні тенденції у вдосконаленні конструкцій теплообмінних пластин.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОТВІР, ПЛАСТИНА, ТЕПЛООБМІННИЙ АПАРАТ.

Plate heat exchangers is one of the leading heat exchange equipment in popularity for use in technological solutions, due to their advantages such as large heat exchange surface with small dimensions, design simplicity and relative cheapness. Mostly, dismountable devices are preferred. The main reasons for this are the possibility of their disassembly for mechanical cleaning from slum and other deposits and ease of repair or replacement of components.

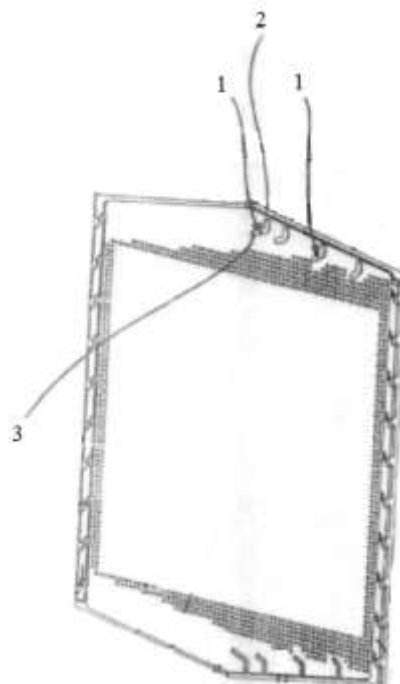
The functional part of plate heat exchangers is carried out in a sealed set of plates arranged parallel to each other so that the channels formed between the plates to move coolant. Heat exchange between coolants occurs by heat transfer

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
through the surfaces of the plates due to the following organization of coolant flows: in each plate on one side moves the flow of coolant that gives off heat, and on the other - the flow of coolant that receives heat. Thus, the most important element of a plate heat exchanger is a heat exchange plate.

There are many known variations of designs of heat exchangers plates, but work on their improvement is not stopped in order to achieve even greater heat exchange efficiency. This work is performed on the basis of the author's patent research and is designed to highlight some features of modern designs of heat exchange plates.

Many variants of heat exchanger plate designs are known, but work on their improvement is not stopped in order to achieve even greater heat exchange efficiency. This work is based on the author's patent research and aimed to highlight some features of modern designs of heat exchange plates.

The proposed plates [1] (Fig.1), which in the inlet zone contain guide blades that form stamped convexities and protrude into the flow channel. The guide blades 1 are characterized by an arcuate shape with a cross section of the inflow 2 aligned parallel to the direction of the main flow, and the outflow section 3, aligned at an angle to the inflow section 2.

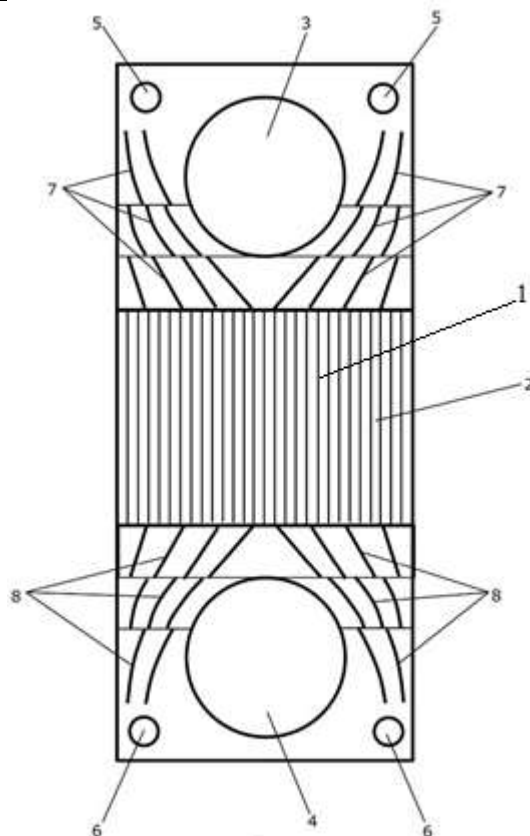


1 - guide blades; 2 - inflow section; 3 - outflow section

Figure 1 - Heat exchange plate [1]

The guide blades increase the efficiency of the heat exchanger or, alternatively, reduce the size of the individual plates. The guide blades are made with elongated sections of outflow, which protrude beyond the longitudinal center of a separate plate, located mirror-symmetrically near the longitudinal center, to avoid "dead" areas in the entrance area, especially in the area of the plate. In addition, to stabilize the flow in the flow channel, the guide blades are located closer to the cross section of the inflow in the longitudinal center of the individual plates, rather than in the direction of the longitudinal face of a single plate [1].

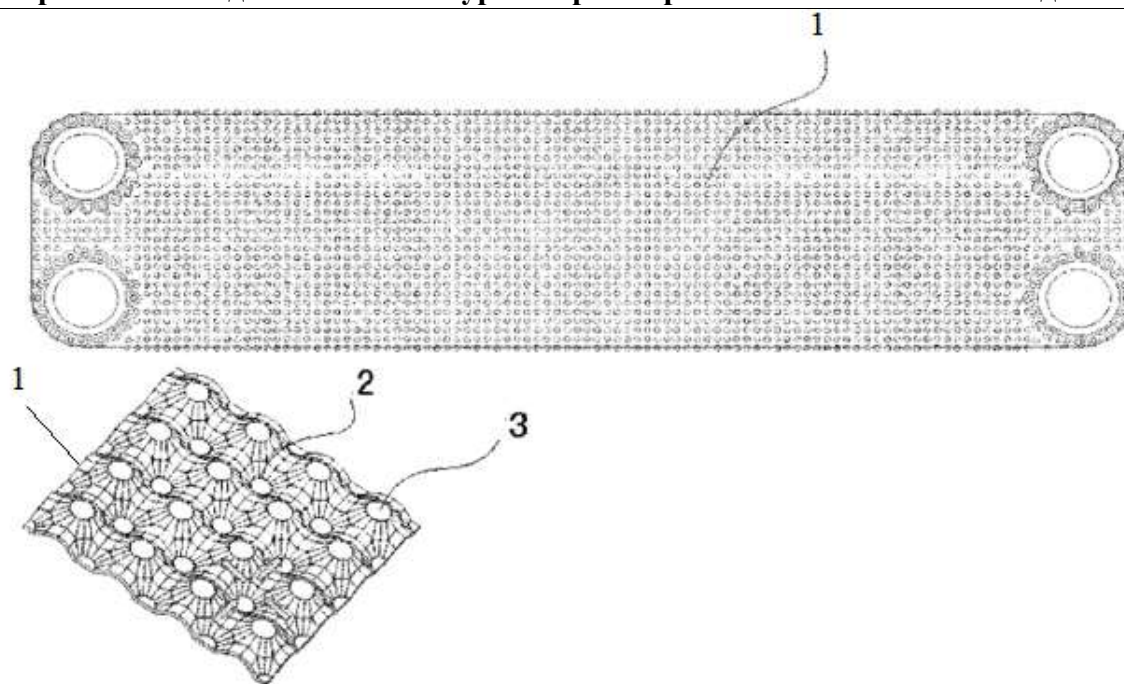
The liquid is pumped into the heat exchange zone 2, through a large input 3 on the plate (Fig. 2) and enters the output 4. For another coolant there are smaller double outlets 5 and 6, respectively. The liquid moves in the form guided by corrugations 8 to the heat exchange zone 2, corrugations 7 disperse the liquid evenly dividing to the outlets 5. Double outlets increase the contact of the coolant with the plates in this type of plate, but have high hydraulic resistance by passing other coolant flow paths. The situation is quite the opposite with the second coolant, as there is a low hydraulic resistance due to the direct flow of fluid, but there is no contact with the entire surface of the plate [2].



1 - scattering corrugations; 2 - heat transfer zone; 3, 4 - input and output of the first coolant; 5,6 input and output of the second coolant; 7, 8 - guide corrugations

Figure 2 - Heat exchange plate [2]

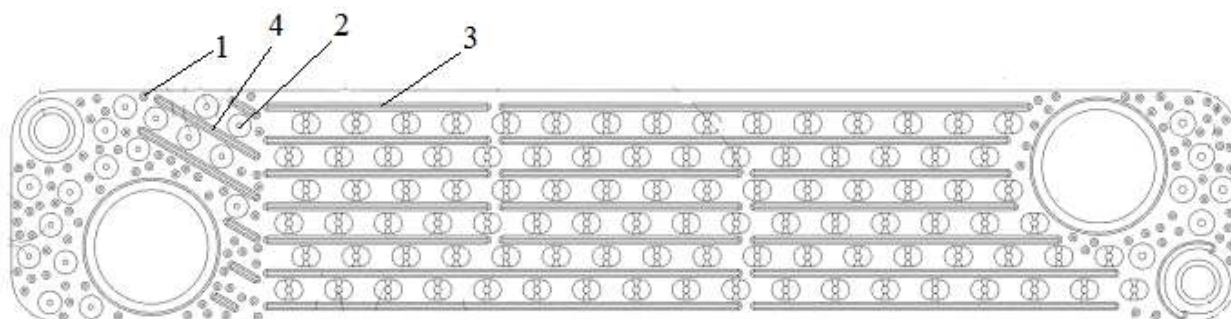
According to [3], the plates are proposed to be performed with variable spherical protrusions and sinkholes located along the perimeter of the plates (Fig. 3). The protrusions and sinkholes on the plate are made in such a way, that the location of the protrusions 3 and sinkholes 2 do not coincide, respectively, with the location of the protrusions and sinkholes facing the plate surfaces of adjacent plates. Spherical sinkholes and protrusions create effective contact of the liquid with the plates, which improves heat transfer.



1 - heat exchange unit; 2 - spherical sinkhole; 3 - spherical protrusion

Figure 3 - Heat exchange plate [3]

The heat exchanger plate (Fig. 4) is made with a narrow inlet for fluid intake and a wide hole for removal. This difference in the diameters of the holes reduces the pressure in the apparatus. The guide panel 4 directs the liquid evenly to the heat exchange zone, where the guide panels 3 are located to increase the contact of the coolant with the walls of the plates. Spherical protrusions 1, 2 are located between the panels, which cause the liquid to be retained, and as a result improves heat transfer [4].



1 - small spherical protrusion; 2 - large spherical protrusion;

3 - guide panel; 4 - scattering partition

Figure 4 - Heat exchange plate [4]

In summary, there are some trends in the design improvements of heat exchanger plates that can be noted: 1) intensification of heat transfer to and from the plates, which is achieved by increasing the usable area and increasing the efficiency of contact surfaces of plates due to variation in shape and location of protrusions and sinkholes; 2) reduction of the hydraulic resistance by the change of location and size of the inlet and outlet holes.

References:

1. Plastynchatyy teploobmennyyk: US Pat. RU2575378C2 Russian Federation: IPC F28D 9/00, F15D 1/02, F28F 3/02. № 2012145975/06; declared 29.10.2012; publ. 20.02.2016 Bull. № 5
2. Plastynchatyy teploobminnyk dlya opresnytel'noy systemy: US Pat. RU2700466C1 Russian Federation: IPC F28F 3/08, F28D 9/00. № 2019115413; declared 20/05/2019; publ. 17.09.2019 Bull. № 26
3. Microchannel heat exchanger: pat. WO2017133618A1 international organization WIPO: IPC F28D 9/00, PCT / CN20. № CN201610079174.0A; declared 25.01.2017; publ. 10/08/2017
4. Heat-exchange apparatus: Pat. EP3523591B1 China: IPC F28D 7/163, F28F 9/24. № CN201610380114.2A; declared 27.05.2016, publ. 12/05/2017

СЕКЦІЯ 2

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

UDC 676.2.024.74.044

RESEARCH FOR THE PURPOSE OF DETERMINING THE OPTIMAL DEGREE OF GRINDING IN THE PROCESSES OF PRODUCTION OF PAPER AND PAPERBOARD FROM WASTEWOOD

Undergraduates Kotok D., Zakharko R., technical sciences candidate,
senior scientist, assistant professor Ploskonos V.G.

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

Анотація. В ході виконання роботи розроблено рекомендації стосовно оптимального ступеня млива макулатури, а також впливу ступеня модифікації кукурудзяного клею на комплекс міцнісних характеристик з метою розробки ресурсоефективних технологій в процесах виробництва паперу і картону із макулатури. Як відомо [1], макулатура в Україні традиційно є основною волокнистою сировиною у виробництві картонно-паперової продукції. Разом з тим, спеціалісти звертають увагу на те, що в той же час значно змінився композиційний склад макулатури, як в цілому, так і за окремими її марками. Цей фактор безсумнівно впливає на якість готової продукції, а також на ефективність роботи технологічного обладнання, а, в кінцевому випадку, на собівартість продукції та економічні показники роботи підприємства в цілому. Окремо необхідно виділити проблему циклічності використання макулатури. Ця проблема є прихованою, оскільки нині неможливо визначити кількість виробничих циклів, в яких макулатура використовувалася, тобто скільки разів макулатурні волокна піддавалися розпусканню, розмелюванню, сушінню і так далі. Відомо що фізико-механічні показники паперового (картонного) полотна, виготовленого із макулатури значно нижчі, ніж під час використання первинного волокна. Як показують літературні джерела [1,2] та наукові

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
дослідження основними причинами, що знижують якісні показники вторинних волокон є їх ороговіння та руйнування капілярів волокна в процесі багаторазових циклів його оброблення. Особливий вплив мають процеси сушіння та природного старіння целюлозних волокон, а також несприятливий фракційний склад макулатурної маси, що, в свою чергу, залежить від технології виготовлення тих видів паперу, що ввійшли до складу макулатури.

Ключові слова: МАКУЛАТУРА, СТУПІНЬ МЛИВА, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ.

***Summary.** In the course of the work, recommendations were developed regarding the optimal degree of waste paper grinding, as well as the influence of the degree of modification of corn glue on the set of strength characteristics in order to develop resource-efficient technologies in paper and cardboard production from waste paper. As you know [1], waste paper in Ukraine is traditionally the main fibrous raw material in the production of cardboard and paper products. At the same time, experts pay attention to the fact that at the same time the compositional composition of waste paper has changed significantly, both as a whole and by its individual brands. This factor undoubtedly affects the quality of finished products, as well as the efficiency of technological equipment, and, ultimately, the cost of production and economic performance of the enterprise as a whole. It is necessary to single out the problem of cyclical use of waste paper. This problem is hidden because it is currently impossible to determine the number of production cycles in which waste paper was used, ie how many times waste paper was subjected to dissolving, grinding, drying and so on. It is known that the physical and mechanical properties of paper (cardboard) fabric made of waste paper are much lower than when using the primary fiber. According to literature sources [1,2] and scientific research, the main reasons that reduce the quality of secondary fibers are their keratinization and destruction of the capillaries of the fiber in the process of multiple cycles of its processing. The processes of drying*

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
and natural aging of cellulose fibers, as well as the unfavorable fractional composition of waste paper, which, in turn, depends on the technology of production of those types of paper that are part of waste paper.

Key words: WASTE PAPER, DEGREE OF GRINDING, QUALITY INDICATORS OF PAPER AND CARDBOARD.

The purpose of this stage was to conduct experimental studies to make recommendations for the optimal degree of grinding of waste paper in the process of studying the effect of the degree of modification of corn glue on the set of strength characteristics of the finished product.

As you know [1], waste paper in Ukraine is traditionally the main fibrous raw material in the production of cardboard and paper products. At the same time, experts pay attention to the fact that at the same time the compositional composition of waste paper has changed significantly, both as a whole and by its individual brands. This factor undoubtedly affects the quality of finished products, as well as the efficiency of technological equipment involved in the preparation of waste paper, and, ultimately, the cost of production and economic performance of the enterprise as a whole.

It is necessary to single out the problem of cyclical use of waste paper. Cyclicity should be understood as the repeated use of waste paper in the production of cardboard and paper products. This problem is hidden because it is currently impossible to determine the number of production cycles in which waste paper was used, ie how many times waste paper was subjected to dissolving, grinding, drying and so on.

It is known that the physical and mechanical properties of paper (cardboard) fabric made of waste paper are much lower than when using the primary fiber. According to literature sources [1,2] and scientific research, the main reasons that reduce the quality of secondary fibers are their keratinization and destruction of the capillaries of the fiber in the process of multiple cycles of its processing. The processes of drying and natural aging of cellulose fibers, as well as the unfavorable

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
fractional composition of waste paper, which, in turn, depends on the technology of production of those types of paper that are part of waste paper.

In connection with the above reasons, research studies were conducted, the purpose of which is to determine the indicators of the degree of grinding of waste paper, at which it is possible to achieve optimal values of the strength characteristics of paper samples.

However, the analysis of the test results shows that it is impossible to track the patterns of the degree of grinding mass on the strength characteristics of paper samples, because in the process of experimental studies failed to keep the mass of 1 m² (and, accordingly, the thickness of castings) at a given level: mass 1 m² ranges from 64.03 to 79.94 g

In this regard, it was decided on the basis of the obtained experimental data to develop mathematical dependences, and then determine the optimal degree of grinding, fixing the values of flow factors at given levels.

1. The mathematical model in terms of breaking length is as follows

$$Y_1 = 2449 + 5,36 \cdot 10^{-1} \cdot \cos^2(X_2) \cdot X_3 + 2,85 \cdot 10^4 \cdot \sin^2(X_2) \cdot \sin(X_3) \cdot \cos(X_2) - 3,40 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_3) \quad (1)$$

3. Mathematical model on the indicator of ch.p.p. looks like this:

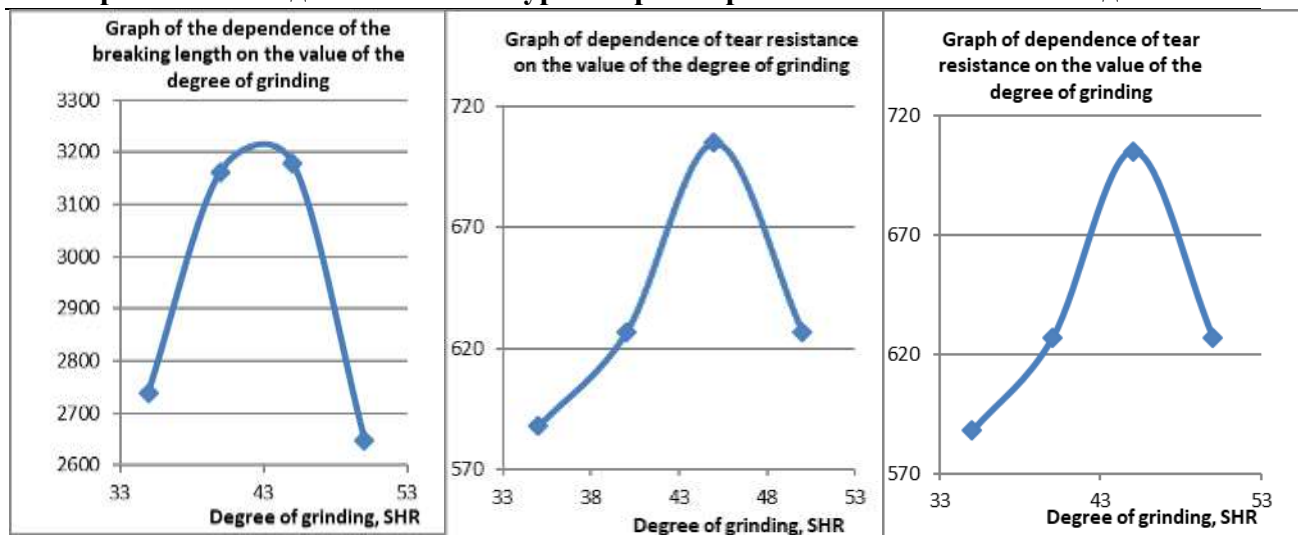
$$Y_2 = -12,05 + 2,14 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(X_2) \cdot X_3^3 - 23,4 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_3) \quad (2)$$

4. The mathematical model for the index of tear resistance is as follows:

$$Y_3 = 296,9 + 5,91 \cdot X_3 - 1,81 \cdot 10^{-2} \cdot \sin^3(X_1) \cdot \sin(X_3) + 1,88 \cdot 10^2 \cdot X_2^2 \cdot \sin^2(X_3) \quad (3)$$

Graphs based on the results of the mathematical model reflect the dependence of the breaking length, the number of double bends and tear resistance on the degree of grinding of waste paper.

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



Thus, as a result of using mathematical dependences it was possible to determine the optimal degree of grinding, which is fixed at the level of: 40-45 ° C.

References

1. *Martseva T.* Recycled paper: problems and solutions. - Waste paper. - № 2. - 2009. - p. 12 - 19.
2. *Primakov SP, Barbash VA* Paper and cardboard technology: A guide for universities in Kiev. ECMO - 2008. - 396 p.

UDC 676:658.562.3:681

**FEATURES OF PAPER AND CARDBOARD PRODUCTION
FROM WASTE MATERIAL IN LIMITED CONDITIONS
VOLUMES OF FRESH WATER USE**

Undergraduate Tinytska E., technical sciences candidate,
senior scientist, assistant professor Ploskonos V.G.

National Technical University of Ukraine

"The Igor Sykorsky Polytechnical Institute of Kyev"

Анотація. В ході виконання роботи розроблено теоретичні основи та практичні рекомендації з розвитку ідей замкнутого водокористування картонно-паперового виробництва. Однією із основних причин, за якими практично неможливо ізолювати систему зворотнього водокористування картонно-паперового виробництва від навколишнього середовища, виступає факт накопичення в зворотніх і стічних водах водорозчинних мінеральних і органічних речовин до рівнів, які викликають інтенсивну корозію технологічного обладнання, а також перешкоджають нормальному протіканню технологічного процесу. Таким чином, розвиток ідей замкнутого водокористування багато в чому залежить від розроблення теоретичних основ та практичних рекомендацій по стабілізації якості води в зворотніх циклах, удосконалені методів аналізу і розрахунків концентрації забруднюючих речовин, а також прогнозуванню закономірностей їх накопичення в стічних водах в результаті скорочення питомого споживання свіжої води.

В процесі замикання системи водокористування картонно-паперового виробництва можлива поява наступних основних негативних явищ:

- концентрування мінеральних електролітів;
- підвищення концентрації водорозчинних органічних речовин;

- накопичення дисперсних часток;

- акумулювання теплової енергії і, як наслідок, підвищення температури водопотоків.

Ключові слова: КАРТОННО-ПАПЕРОВЕ ВИРОБНИЦТВО, СИСТЕМИ ЗАМКНУТОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ.

Summary. *In the course of the work the theoretical bases and practical recommendations for the development of ideas for closed water use of cardboard and paper production were developed. One of the main reasons why it is almost impossible to isolate the system of return water use of cardboard and paper production from the environment is the accumulation of water-soluble minerals and organic substances in return and wastewater to levels that cause intense corrosion of process equipment and prevent normal flow of technological process. Thus, the development of ideas for closed water use largely depends on the development of theoretical foundations and practical recommendations for stabilizing water quality in reverse cycles, improved methods of analysis and calculation of pollutant concentrations, and forecasting patterns of their accumulation in wastewater by reducing specific consumption of fresh water.*

In the process of closing the system of water use of cardboard and paper production, the following main negative phenomena may occur: - concentration of mineral electrolytes; - increasing the concentration of water-soluble organic substances; - accumulation of dispersed particles; - accumulation of thermal energy and, as a consequence, increase in temperature of watercourses.

Key words: CARDBOARD AND PAPER PRODUCTION, CLOSED WATER USE SYSTEMS.

The purpose of this research is to develop theoretical foundations and practical recommendations for the development of ideas for closed water use of cardboard and paper production. One of the main reasons why it is almost impossible to isolate the system of return water use of cardboard and paper production from the environment is the accumulation of water-soluble minerals

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
and organic substances in return and wastewater to levels that cause intense corrosion of process equipment and prevent normal flow of technological process.

Thus, the development of ideas for closed water use largely depends on the development of theoretical foundations and practical recommendations for stabilizing water quality in reverse cycles, improved methods of analysis and calculation of pollutant concentrations, and forecasting patterns of their accumulation in wastewater by reducing specific consumption of fresh water. In the process of closing the system of water use of cardboard and paper production, the following main negative phenomena may occur:

- concentration of mineral electrolytes;
- increasing the concentration of water-soluble organic substances;
- accumulation of dispersed particles;
- accumulation of thermal energy and, as a consequence, increase in temperature of watercourses.

From the analysis of literature sources on this topic it follows that the mineralization in the water circulating in closed water use systems can increase up to 11 g/l. At the same time, sulfates, chlorides and calcium cations mainly accumulate. The presence of sulfates, carbonates or oxalates in the return water in combination with cations of calcium, magnesium, manganese, iron, aluminum and barium is the source of most deposits of calcium and magnesium salts, as well as other difficulties in the production process.

One of the main problems arising from the repeated use of return water is corrosion, which destroys technological equipment as a result of electrochemical, chemical and biochemical processes. The rate of corrosion is affected by factors such as the pH of the medium, the amount of dissolved oxygen, the concentration of sulfates, chlorides, total dissolved minerals, water hardness, alkalinity or acidity of the medium, temperature, carbon dioxide concentration and other factors.

Thus, the need to develop a scientifically sound method of calculation (forecasting using modern computer technology) is also caused by the fact that in

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
the process of designing modern enterprises for the production of cardboard and paper products, which plan a minimum specific consumption of fresh water, today are virtually absent analogues, which could be used at the stage of preparation of the project solution. Attempts to reproduce the technological conditions of the projected enterprise at one of the existing enterprises of the industry would not give the desired results, because each enterprise is a complex object, which is characterized only by the many sets and devices operating in a certain mode, as well as the original structure of their relationship. And in the conditions of intensification of use of return waters in production process mutual influence (due to the phenomenon of emergence) of knots (devices) grows so much that it is impossible to know in advance how changes in structure of system or an operating mode of devices (even one of them) will affect functioning of others nodes (devices) and the state of all watercourses of the system.

References

1. *Ploskonos VG* Forecasting of pollution of circulating and sewage of production of a cardboard and paper from waste paper. degree of Candidate of Technical Sciences. - Leningrad, 1987, - 210 p.
2. *Primakov SP, Barbash VA* Paper and cardboard technology: A guide for universities in Kiev. ECMO - 2008. - 396 p.

УДК 676.166.6+661.123

ОТРИМАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ІЗ СТЕБЕЛ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ

магістрант Захарко Р. М., н.с. Ященко О. В., проф., к.х.н. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Досліджено процес отримання із стебел пшеничної соломи целюлози для хімічного перероблення шляхом проведення двох стадій хіміко-термічної обробки. Встановлено, що в результаті проведення органосольвентного варіння отримано целюлозу із залишковим вмістом лігніну 1,92 % і мінеральних речовин 6,7 %. Показано, що збільшення тривалості лужної обробки призводить до зменшення вмісту лігніну і мінеральних речовин до рівня, який відповідає вимогам до целюлози, придатної для хімічного перероблення.

Ключові слова: ПШЕНИЧНА СОЛОМА, ОРГАНСОЛЬВЕНТНЕ ВАРІННЯ, ЛУЖНА ОБРОБКА, ЦЕЛЮЛОЗА, ЛІГНІН, ЗОЛА

Summary: The process of obtaining pulp from stalks of wheat straw for chemical processing by carrying out two stages of chemical-heated treatment has been studied. It was found that as a result of organosolv cooking pulp with a residual content of lignin of 1.92% and minerals of 6.7% was obtained. It is shown that increasing the duration of alkaline treatment leads to a decrease in the content of lignin and minerals to a level that meets the requirements for cellulose suitable for chemical processing.

Keywords: WHEAT STRAW, ORGANOSOLV PULPING, ALKALINE TREATMENT, CELLULOSE, LIGNIN, ASH

Отримання синтетичних полімерів з природних вичерпних джерел енергії на сьогоднішній день являє собою вивчений та розвинений напрямок

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
в хімії полімерних сполук. Однак з часом перед людством постали дві гострі проблеми: переробка використаного пластику та його згубний вплив на навколишнє середовище. Одним із шляхів вирішення екологічних проблем є створення принципово нових природних полімерів на основі целюлози, яка є екологічно безпечним та відносно швидко відновлювальним ресурсом.

Основною сировиною для отримання целюлози у світовій целюлозно-паперовій промисловості залишається деревина хвойних і листяних порід. Вирубки лісів та довга тривалість росту дерев (у середньому до 80 років для хвойних порід і до 120 років для букових) призводять до зменшення світових запасів деревини і надає поштовх для пошуку альтернативної рослинної сировини. Такою сировиною може бути недеревна рослинна сировина, яка за хімічним складом основних компонентів та довжиною волокон не поступається деревині. До переваг використання недеревної рослинної сировини належать: простота її обробки, щорічна поновлюваність, менші витрати реагентів у порівнянні з обробкою деревини.

Україна, як країна з розвиненим сільським господарством, за обмежених запасів деревини щорічно збирає великі врожаї зернових культур, після збору яких залишаються млн. тонн соломи. За хімічним складом основних компонентів (целюлози, лігніну, геміцелюлози, СЖВ, мінеральних речовин) солома злакових культур близька до деревини, а за довжиною волокон не поступається листяній деревині, і тому розглядаються як цінне джерело целюлози та альтернатива деревині [1].

Найбільш розповсюдженими методами одержання целюлози у світовій практиці залишаються сульфатний та сульфідний способи делігніфікації рослинної сировини, які наносять шкоду довкіллю і потребують удосконалення і створення нових більш екологічно чистих технологій перероблення рослинної сировини на целюлозу. До таких методів відносяться, зокрема органосольвентні способи одержання целюлози, які дозволяють відмовитися від небезпечних хімічних речовин та зменшити навантаження на довкілля. Тому метою роботи було одержання екологічно

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
безпечним органосольвентним способом делігніфікації солом'яної целюлози, придатної для хімічного перероблення, зокрема для одержання наноцелюлози, етерів та естерів целюлози.

Для отримання целюлози використовували стебла соломи пшениці Київської області врожаю 2019 року. Середній хімічний склад відносно абсолютно сухої сировини (а.с.с.) становив: 44,2% целюлози, 18,6% лігніну, 25,2% пентозанів, 4,2% золи, 4,9% смоли, жирів та воску та 71,8% холоцелюлози. Для варіння використовували січку пшеничної соломи розміром 10 – 15 мм без вузлів, вміст золи яких становить 7,76 % від маси а.с.с. Процес одержання целюлози складався з двох стадій. На першій стадії процес варіння целюлози проводився в розчині крижаної оцтової кислоти і пероксиду водню із співвідношенням $\text{CH}_3\text{COOH} : \text{H}_2\text{O}_2 = 70 : 30$ об'ємних %, за температури 97 ± 2 °С і гідромодуля 10:1 протягом 180 хв. Такі умови проведення варіння взяті на основі проведених раніше досліджень [2, 3]. Отримана целюлоза ретельно відмивається від залишків реагентів і продуктів реакції та мала вихід 46,6 %, вміст лігніну 1,92 % і золи 6,7 % від маси а.с.с..

З метою зниження вмісту лігніну і мінеральних речовин в целюлозі на другій стадії проводили її обробку розчином NaOH з витратою 5 % від маси а.с.с. за гідромодуля 10:1 та температури 97 ± 2 °С протягом 60-180 хв. На рис. 1 і 2 наведено залежності виходу, залишкового вмісту лігніну і золи в органосольвентній солом'яній целюлозі від тривалості лужної обробки.

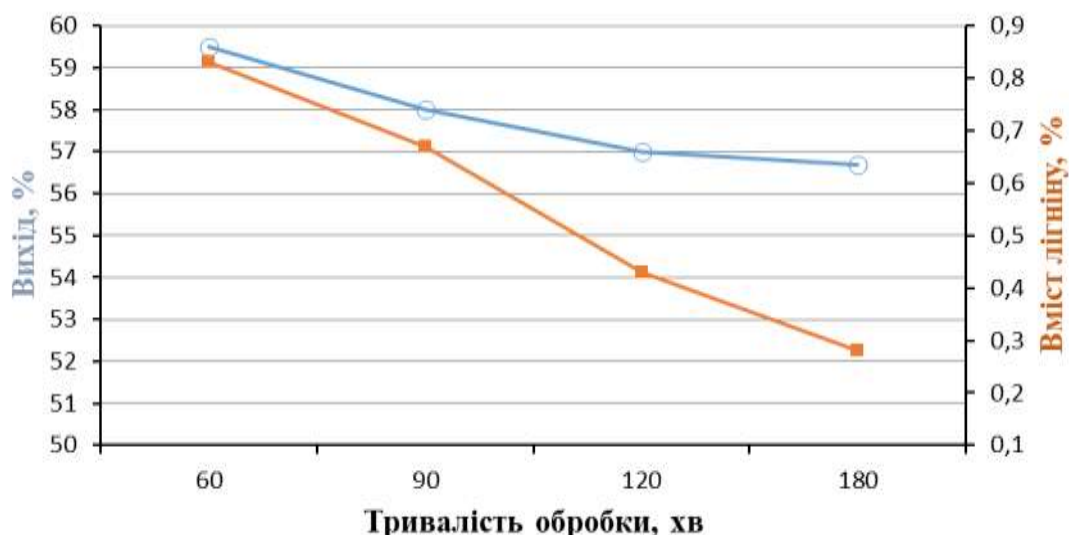


Рис. 1 – Залежність виходу (o) і залишкового вмісту лігніну (□) в органосольвентній солом'яній целюлозі від тривалості лужної обробки

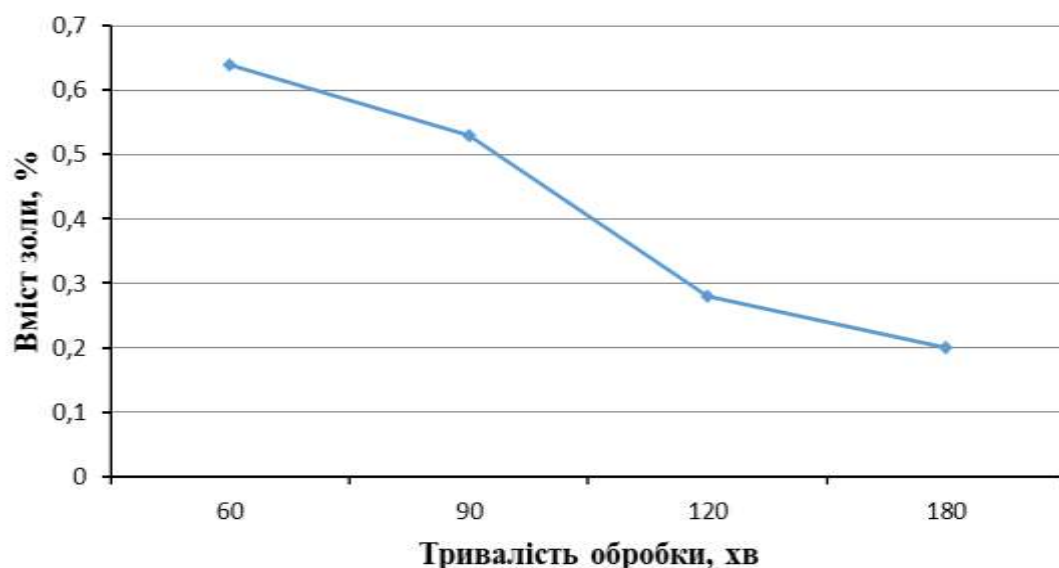


Рис. 2 - Залежність вмісту золи в органосольвентній солом'яній целюлозі від тривалості лужної обробки

Як видно з наведених на рис. 1-2 даних, зі збільшенням тривалості процесу лужного оброблення залишковий вміст лігніну і мінеральних речовин зменшується, що дозволяє отримати целюлозу необхідної якості для подальшого її хімічного перероблення на целюлозовмісні продукти, наприклад, для отримання наноцелюлози.

Перелік посилань:

1. Barbash V. A., Yashchenko O. V., Shniruk O. M. Preparation and Properties of Nanocellulose from Organosolv Straw Pulp. *Nanoscale Research Letters*, 2017, 12:241.
2. Барбаш В.А., Трембус І.В., Гапон О.С., Шевченко В.М. Одержання солом'яних волокнистих напівфабрикатів пероцтовим способом делігніфікації. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. – 2010. – № 3. – С. 42–49.
3. Барбаш В.А., Трембус І.В., Оксентюк Н.Н., Примаков С.Ф. Альтернативна сировина для отримання органосольвентних волокнистих напівфабрикатів. *Енерготехнології та ресурсозбереження*.- 2012. - № 1. - С. 27-32.

UDC 676.2.035, 676.252

ACHIEVEMENT OF PAPER SUCTION INDEX

R.I. Cherepkina, associate professor, S.Y. Yatsenko, bachelor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Summary: *Наведено загальні відомості про санітарно-гігієнічні види паперу. Запропоновано використання рафінера дискового для розмелювання маси до низького ступеня млива із збереженням довжини волокна.*

ACHIEVEMENT OF PAPER SUCTION INDEX

R.I. Cherepkina, associate professor, S.Y. Yatsenko, bachelor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація: *Наведено загальні відомості про санітарно-гігієнічні види паперу. Запропоновано використання рафінера дискового для розмелювання маси до низького ступеня млива із збереженням довжини волокна.*

Sanitary and hygienic types of paper can now be attributed to the mass types, as they are in great demand in everyday life as a way of hygiene, as well as in medicine. Depending on the type of product, its area of application, base paper with certain physical and mechanical properties is used – strength in dry and wet conditions, good absorbency and looseness, softness, low dustiness, whiteness.

Among the most common toilet paper, paper towels, napkins, handkerchiefs, tablecloths, cosmetic wipes [1].

Toilet paper is made from 100% cellulose or in a mixture with wood pulp (up to 60%), from refined waste paper, simply from waste paper. Sometimes in the composition of the pulp is added leaf pulp. To toilet paper requirements in the

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
form of strength indicators during stretching in the dry state, absorption capacity, pH value of the aqueous extract.

Paper napkins are one of the most popular hygienic products in people's lives, catering establishments. They absorb moisture or fat well, clean hands, face or surface, and are easily disposed of.

Paper-base for napkins should be characterized by high absorption capacity, tensile strength in the wet state, softness, low dust, pH of the water extract.

Bleached types of cellulose from coniferous and deciduous breeds of wood are used for production of napkins. In some cases, the composition uses bleached wood pulp and refined waste paper.

The base paper for handkerchiefs has a fairly high requirements for softness and absorption, which is achieved by using bleached coniferous species of cellulose in a composition with cellulose from hardwoods up to 30%.

Paper towels are hygienic, safe resource, have a wide range and are conventionally divided into towels for use in household and public places. Towel paper is made of both bleached and unbleached types of cellulose. Sometimes 10–35% of hardwood pulp is introduced into the composition, and for the production of towels of lower grades – wood masses in the range of 10 - 65% and waste paper. In the case of wood pulp, waste paper towels are available painted in light or medium tones. Towel paper is characterized by high strength in dry and wet conditions and absorption. However, its softness is much lower than in other sanitary paper types.

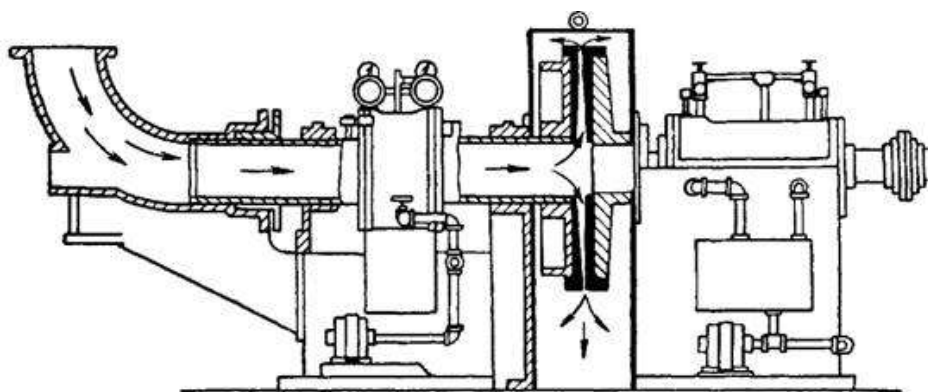
A special group of paper products for sanitary and hygienic purposes are special products, medical purposes, wipes with high suction swabs for wound treatment, adsorbent bedding, wipes impregnated with special biologically active drugs (antimicrobial).

All types of sanitary paper are characterized by low mechanical strength and high absorption capacity.

The aim of the work is to ensure the maximum absorption of paper by maintaining a low degree of pulp grinding.

Strength indicators are provided by the type of semi-finished products and the degree of grinding. The required mechanical strength, which depends on the strength of the individual fibers and the magnitude of the interfiber bonding forces, can be provided by all types of fibrous semi-finished products.

The absorbency of sanitary and hygienic types of paper is one of the main physical and mechanical indicators, which characterizes its properties and depends on the absorbed liquid, as well as on the physical properties of the paper micro- and macrostructure. To obtain a high absorption capacity, the paper must have a weakly bound structure and high porosity, which is achieved by technological solutions, including the use of semi-finished products of the garden stage of the mill 19 – 32⁰SR, as well as maintaining the maximum fiber length. To prepare this mass use disk refiners with a headset that provides a mode of "combing" with minimal shortening of the fiber length.



Picture 1 – Sutherland refiners with one fixed and one rotating disk

Single-discs well refine and fibrillate the fiber without shortening, increasing the strength of the paper, at a low degree of grinding mass. This mass is well dehydrated on the grid of the paper machine. Disk refiners have greater power and productivity, are simpler and cheaper to maintain, and use less energy to grind [2].

Література.

1.Н.Ф. Пестова. Технология производства санитарно-гигиенических видов бумаг [Электронный ресурс] : учеб. пособие : самостоятельное учебное электронное издание /. – Сыктывкар : СЛИ, 2018. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>

2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.П. Производство бумаги и картона. Ч. 3. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. – СПб.: Политехника, 2006. – 499 с.

ЕКЦІЯ 3
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

**STUDY OF THE EQUATION OF MATHEMATICAL MOVEMENT
PENDULUM WITH USE SECOND LAGRANGE EQUATION**

Student Stasiuk A.Y., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

студент Стасюк А.Ю., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

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

Annotation. *The work is devoted to the study of the question of obtaining the equation of motion of a mathematical pendulum using the Lagrange equation of the second kind. The mathematical pendulum is considered as an example of a holonomic system. The corresponding Lagrange function is made. Differentiating this function accordingly, we compose the Lagrange equation of the second kind. Solving this equation determines the equation of motion of the mathematical pendulum.*

Keyword: NUMBER OF DEGREES OF FREEDOM, GENERALIZED COORDINATES, LAGRANGE FUNCTION.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯННЯ РУХУ МАТЕМАТИЧНОГО
МАЯТНИКА З ВИКОРИСТАННЯМ
РІВНЯННЯ ЛАГРАНЖА ДРУГОГО РОДУ**

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

Анотація. *Робота присвячена дослідженню питання про отримання рівняння руху математичного маятника із застосуванням рівняння*

Лагранжа другого роду. Математичний маятник розглядається як приклад голономної системи. Складено відповідну функцію Лагранжа. Диференціюючи цю функцію відповідним чином, складаємо рівняння Лагранжа другого роду. Розв'язання цього рівняння визначає рівняння руху математичного маятника.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНИЙ МАЯТНИК, РІВНЯННЯ ЛАГРАНЖА ДРУГОГО РОДУ, ГОЛОНОМНА СИСТЕМА, ЧИСЛО СТЕПЕНЕЙ ВІЛЬНОСТІ, УЗАГАЛЬНЕНІ КООРДИНАТИ, ФУНКЦІЯ ЛАГРАНЖА.

Let us investigate the question of obtaining the equation of motion of a mathematical pendulum, using the Lagrange equation of the second kind.

As is known, the mathematical pendulum is a holonomic system. therefore, according to the method of applying Lagrange equations of the second kind, we determine the number of degrees of freedom of this system ($S=1$), and for the generalized coordinate we choose an angle φ – angle between pendulum deviation and vertical deviation, that is $q=\varphi$. Suppose there is no resistance force, so we have one equation:

$$\frac{d}{dt} \frac{dL}{d\dot{\varphi}} - \frac{dL}{d\varphi} = 0, \quad (1)$$

where $L=T-\Pi$ – is a Lagrange function.

It is known that the kinetic energy of a mathematical pendulum

$$T = \frac{1}{2} m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2),$$

and: $x=l \sin\varphi$, $y=l \cos\varphi$.

Then we find:

$$T = \frac{1}{2} ml^2 \dot{\varphi}^2.$$

To calculate the potential energy of a mathematical pendulum, we consider that zero equivalent surface surface passes through its low position, therefore:

$$\Pi = mg l(1 - \cos\varphi).$$

So the Lagrangian function of a mathematical pendulum has the form:

$$L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\varphi}^2 - mg l(1 - \cos\varphi).$$

By differentiating this function accordingly, we construct the Lagrange's equation of the second kind in form(1)

$$\ddot{\varphi} - \frac{g}{l}\sin\varphi = 0 \quad (2)$$

This equation is non-linear. His solution is well known from the mathematical literature.

If the angle of deviation of the pendulum from the vertical is small, the equation (2) is linearized, that is:

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l}\varphi = 0 \quad (3)$$

And his solution has the form:

$$\varphi = A\sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}}t + a\right).$$

This example illustrates the advantages of applying the Lagrange's equation of the second kind over the Lagrangian equations of the first kind. Then even at random values φ , it is easy to find a suspension reaction, applying the D'Alembert principle.

Therefore, the equation of motion of a mathematical pendulum using equations was obtained.

IMPULSE OF THE SHOCK REACTION OF THE SUPPORT DURING THE ROTATION OF THE DISK

Student Nefodova K. V., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

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

Annotation. *The paper is dedicated to the study of determining the momentum of the impact of support reaction if the impact is completely inelastic. Also this paper covers determining the angular velocity of the disk after the impact in a case of rotation of a homogeneous disk of radius R and weight m with angular velocity ω_0 . The theorem of the change of the principal moment of the amount of motion of the system relative to the axis of rotation is applied during the researching of this question.*

Keyword: AN IMPULSE, THE IMPACT OF SUPPORT REACTION, COMPLETELY INELASTIC IMPACT, THE MAIN MOMENT THE AMOUNT OF MOTION.

ІМПУЛЬС УДАРНОЇ РЕАКЦІЇ ОПОРИ ПРИ ОБЕРТІННІ ДИСКА

Студент Нефьодова К. В., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

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

АНОТАЦІЯ. Робота присвячена дослідженню питання про визначення імпульсу ударної реакції опори, якщо удар є абсолютно непружним. Також ця стаття охоплює визначення кутової швидкості диска після цього удару для випадку обертання однорідного диска радіуса R і маси m з кутовою швидкістю ω_0 . При дослідженні цього питання застосовується теорема про зміну головного моменту кількості руху системи відносно осі обертання.

Ключові слова: ІМПУЛЬС, УДАРНА РЕАКЦІЯ ОПОРИ, АБСОЛЮТНО НЕПРУЖНИЙ УДАР, ГОЛОВНИЙ МОМЕНТ КІЛЬКОСТІ РУХУ

We are investigating the question of determining the pulse of the impact of support reaction, if the impact is completely inelastic, and the angular velocity of the disk after the impact in a case of rotation of a homogeneous disk of radius R and weight m with angular velocity ω_0 .

Let's assume that at the rim of the disk at a velocity \vec{v} , hit the material point of weight m_1 .

By the theorem to change the main moment of movement of the system relative to the axis OZ , we have:

$$K_z - K_{z0} = \sum_{k=1}^n M_z(\vec{S}_k^e)$$

External shock impulse – is the impulse of the impact reaction of the axis of rotation \vec{S}_0 , which crosses the axis and its moment relative to the axis is zero. Therefore:

$$K_z = K_{z0}$$

– the main moment the amount of motion of system relative to the axis OZ after and before. Find them:

$$K_{z0} = K_{zg0} + K_{zm0} = I_z \omega_0 + M_z(m_1 \vec{v}),$$

or

$$K_{z0} = J_z \omega_0 + m_1 v R / 2.$$

Here K_{zg0} and K_{zm0} equals the number of disk and point movements at the initial time of the axis OZ.

As far as the impact is completely inelastic, then the velocity vector after impact u_1 directed tangentially to the rim of the disk .

Then we have:

$$I_z \omega_z + m_1 u_1 R = \omega_z (I_z + m_1 R^2),$$

or

$$\omega_z = \frac{mR\omega_0 + m_1 v}{R(m + 2m_1)}.$$

According to the theorem of the change of the amount of motion of the system

$$S_{ox} = \Delta Q_x,$$

$$S_{oy} = \Delta Q_y,$$

$$Q_0 = m_1 v,$$

$$Q = m_1 u,$$

$$\Delta Q = m_1 (u - v).$$

Therefore, as a result of substitution, we have:

$$S_{ox} = -m_1 \omega_z R \cos 30^\circ = -\frac{\sqrt{3} m_1 (mR\omega_0 + m_1 v)}{2(m + 2m_1)},$$

$$S_{oy} = m_1 (v - \omega_z R \cos 60^\circ) = \frac{m_1 (2mv + 3m_1 v - mR\omega_0)}{2(m + 2m_1)}.$$

References:

1. Кильчевський Н. А. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1972 – 1977. – Т. 2. – 543 с.
2. Павловский М. А. Теоретична механіка: Підруч. – К.: Техніка, 2002. – 512с.

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

3. Кошляков В. Н. Краткий курс теоретической механики. Кинематика. Кинетика: Учеб. – К.: Вища шк., 1933. – 312 с.
4. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1982 – 1983. – Т. 1. – 352 с.; Т. 2. – 630 с.

**RESEARCH OF THE MOVEMENT OF A MATHEMATICAL
PENDULUM BY THE METHOD OF OSTROGRADSKY-HAMILTON-
JACOBI**

Student Kizenko P. V., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. *The paper considers the mathematical formulation of the problem of the motion of a mathematical pendulum, as well as the study of this motion using the method of Ostrogradsky-Hamilton-Jacobi. Used the corresponding canonical equations of motion in the Hamiltonian form and get the generating function of the canonical transformation.*

Keyword: PENDULUM, CANONICAL TRANSFORMATION, GENERALIZED COORDINATES, METHOD OF OSTROGRADSKY-HAMILTON-JACOBI.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА ЗА
МЕТОДОМ ОСТРОГРАДСЬКОГО-ГАМІЛЬТОНА-ЯКОБІ**

Студент Кізенко П.В., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація. *В роботі розглянута математична постановка задачі про рух математичного маятника а також дослідження цього руху за допомогою методу Остроградського-Гамільтона-Якобі. Використано відповідні канонічні рівняння руху у гамільтоновій формі та отримано твірну функцію канонічного перетворення.*

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНИЙ МАЯТНИК, КАНОНІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ, УЗАГАЛЬНЕНІ КООРДИНАТИ, МЕТОД ОСТРОГРАДСЬКОГО-ГАМІЛЬТОНА-ЯКОБІ.

Research of the problem of motion of a mathematical pendulum by the method of Ostrogradsky-Hamilton-Jacobi is reduced to finding the generating function of the canonical transformation as a complete integral of the equation of Ostrogradsky-Hamilton-Jacobi in the form:

$$\frac{\partial v^*}{\partial t} + H\left(t, g, \frac{\partial v^*}{\partial t}\right) = 0. \quad (1)$$

In this question the system with one degree of freedom to which the generalized coordinate φ corresponds is studied. We apply the method of separating variables. Since the linkage is stationary and has an energy integral, the problem is to determine the generating function V^* in the form:

$$V^* = -ht + V^*(\varphi, h), \quad (2)$$

considering that what $V_0^*(\varphi, h)$ – complete integral of the equation

$$H\left(\varphi, \frac{\partial V_0^*}{\partial \varphi}\right) = h.$$

We use the corresponding canonical equations of motion in Hamiltonian form and obtain the generating function of the canonical transformation in the form:

$$V^* = -ht + l\sqrt{2m} \int \sqrt{h - mgl(1 - \cos\varphi)} d\varphi. \quad (3)$$

According to the Ostrogradsky-Hamilton-Jacobi theorem, we differentiate the complete integral (3) and obtain the solution of the task:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V^*}{\partial h} &= -a_1; \\ -t + l \sqrt{\frac{m}{2}} \int \frac{d\varphi}{\sqrt{h - mgl(1 - \cos\varphi)}} &= -a_1, \end{aligned} \quad (4)$$

or in the final form:

$$t - a_1 = l \sqrt{\frac{m}{2}} \int \frac{d\varphi}{\sqrt{h - mgl(1 - \cos\varphi)}},$$

considering that what a_1 – new arbitrary constant.

So,

$$\frac{\partial V^*}{\partial \varphi} = p\varphi;$$

and:

$$P_\varphi = l\sqrt{2m[h - mgl(1 - \cos\varphi)]}. \quad (5)$$

Correlation (4) and (5) give in quadratures the solution of the problem of motion of a mathematical pendulum. Constants a_1 and h are determined from the initial conditions.

References:

1. Павловский М. А. Теоретична механіка: Підруч. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
2. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1982 – 1983. – Т. 1. – 352 с.; Т. 2. – 630 с.
3. Кильчевський Н. А. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1972 – 1977. – Т. 2. – 543 с.

STUDY OF THE HAMILTON FUNCTION ON THE EXAMPLE OF MATHEMATICAL PENDULUM MOTION.

Student Postovy D. V., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

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

Annotation. *The work is devoted to the study of the Hamilton function on the example of the motion of a mathematical pendulum. The canonical equations of motion of a mathematical pendulum are compiled. The Lagrange function of a mathematical pendulum is used. A system of two first-order equations in Hamiltonian form with respect to two canonical variables is obtained.*

Keywords: MATHEMATICAL PENDULUM, CANONICAL EQUATIONS, LAGRANGE FUNCTION, GENERALIZED COORDINATE, HAMILTON FUNCTION, LAGRANGE FUNCTION.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ГАМІЛЬТОНА НА ПРИКЛАДІ РУХУ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА.

студент Постовий Д. В., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

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

Анотація. *Робота присвячена дослідженню функції Гамільтона на прикладі руху математичного маятника. Складено канонічні рівняння руху математичного маятника. Використана функція Лагранжа математичного маятника. Отримано систему двох рівнянь першого порядку в гамільтоновій формі відносно двох канонічних змінних.*

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНИЙ МАЯТНИК, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ФУНКЦІЯ ЛАГРАНЖА, УЗАГАЛЬНЕНА КООРДИНАТА, ФУНКЦІЮ ГАМІЛЬТОНА, ФУНКЦІЯ ЛАГРАНЖА.

Find the Hamilton function and compose the canonical equations of motion of a mathematical pendulum.

To do this, take the angle of deviation of the pendulum from the vertical φ , as a generalized coordinate, then we write the Hamilton function in the form:

$$H = p_{\varphi} \dot{\varphi} - L$$

Where p_{φ} an impulse, for displaying an international coordinate φ ;
L - Lagrange function.

Using the well-known Lagrange function of a mathematical pendulum

$$L = \frac{1}{2} ml^2 \dot{\varphi}^2 - mgl(1 - \cos \varphi)$$

we find that

$$p_{\varphi} = \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = ml^2 \dot{\varphi} \quad (2)$$

Then:

$$H = p_{\varphi} \dot{\varphi} - \frac{1}{2} ml^2 \dot{\varphi}^2 + mgl(1 - \cos \varphi) \quad (3)$$

Since formula (1), which is only a definition of the Hamiltonian function, includes both Lagrangian and Hamiltonian variables, it is used as such, as a rule, in general theoretical research. When solving problems, the function H is expressed in Hamiltonian variables. Therefore, in formula (3), based on relation (2), we should go to the variables φ and p_{φ} .

From expression (2) we determine the generalized velocity

$$\dot{\varphi} = \frac{1}{ml^2} p_{\varphi}$$

and substitute it in (3).

Doing known algebraic operations and transformations we find the expression of the Hamiltonian function of a mathematical pendulum

$$H(\varphi, p_{\varphi}) = \frac{1}{2ml^2} p_{\varphi}^2 + mgl(1 - \cos \varphi) \quad (4)$$

Using ratio (4), we compose the canonical equations of its motion, which will have a Hamiltonian form:

$$\dot{\varphi} = \frac{\partial H}{\partial p_{\varphi}}, \quad \dot{p}_{\varphi} = -\frac{\partial H}{\partial \varphi} \quad (5)$$

Find the partial derivatives:

$$\frac{\partial H}{\partial p_{\varphi}} = \frac{p_{\varphi}}{ml^2}; \quad \frac{\partial H}{\partial \varphi} = mgl \sin \varphi. \quad (6)$$

so, we obtain an explicit form of the canonical equations of motion of the mathematical pendulum after the ordination (6) in the right part (5):

$$\dot{\varphi} = \frac{p_{\varphi}}{ml^2}, \quad \dot{p}_{\varphi} = -mgl \sin \varphi \quad (7)$$

Thus, determining the physical state of the mathematical pendulum by canonical variables φ and p_{φ} , instead of one differential equation of the second order in the form of Lagrange relative to one variable - generalized coordinate φ , we arrive at a system of two first order equations (7) in Hamiltonian form with respect to two canonical variables: φ and p_{φ} .

References:

1. Кильчевський Н. А. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1972 – 1977. – Т. 2. – 543 с.

2. Павловский М. А. Теоретична механіка: Підруч. – К.: Техніка, 2002. – 512с.
3. Кошляков В. Н. Краткий курс теоретической механики. Кинематика. Кинетика: Учеб. – К.: Вища шк., 1933. – 312 с.
4. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1982 – 1983. – Т. 1. – 352 с.; Т. 2. – 630 с.

APPLYING THE UTILIZATION FACTOR KINETIC ENERGY WITH IMPACT FOR THE CASE OF PILE DRIVING

Student Semenov D.P., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

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

Annotation. *The work is devoted to the study of the question of the utilization rate of kinetic energy for a widespread practical case, namely, for the case of pile driving. The velocities of interacting bodies are determined before and after a direct central impact. Found the efficiency of the pile driving process*

Key words: PILE DRIVING, KINETIC ENERGY, DIRECT CENTRAL IMPACT, UTILIZATION FACTOR, EFFICIENCY OF THE PILE DRIVING PROCESS.

ЗАСТОСУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ВИКОРИСТАННЯ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ УДАРІ ДЛЯ ВИПАДКУ ЗАБИВКИ ПАЛЬ

Студент Семенов Д.П., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

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

Анотація. *Робота присвячена дослідженню питання про коефіцієнт використання кінетичної енергії для розповсюдженого практичного випадку, а саме, для випадку забивки палі. Визначено швидкості тіл, які взаємодіють, до і після прямого центрального удару. Знайдено ККД процесу забивання палі.*

Ключові слова: ЗАБИВКА ПАЛІ, КІНЕТИЧНА ЕНЕРГІЯ, ПРЯМИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ УДАР, КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ, ККД ПРОЦЕСУ ЗАБИВАННЯ ПАЛІ.

Let us consider the question of the utilization rate of kinetic energy for a common practical case, namely, for the case of pile driving. It is known that in this case the energy of the pile after impact is considered useful.

$$T_2 = m_2 u_2^2 / 2 .$$

In this case, the initial energy of the hammer

$$T_0 = m_1 v_1^2 / 2 .$$

Efficiency of the pile driving process

$$\eta_1 = T_2 / T_0 .$$

Provided that the speed of the pile before the impact is zero, from the known ratios that determine the velocities of the bodies after a direct central impact, we determine the speed of the pile after the impact:

$$u_2 = \frac{m_1(1+K)v_1}{m_1 + m_2} .$$

Then for the efficiency we have

$$\eta_1 = \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} (1+K)^2 . \quad (1)$$

Denote:

$$m_1 / m_2 = x ,$$

then from (1) we find that the efficiency

$$\eta_1 = \frac{x}{(1+x)^2} (1+K)^2 . \quad (2)$$

if you accept

$$K = const, \text{ то } \eta_1 = \eta_1(x) .$$

According to (2),

$$\eta_1 = 0 \quad \text{при } x = 0;$$

as well as

$$\eta_1 \rightarrow 0 \quad \text{при } x \rightarrow \infty.$$

Therefore, we conclude that there is a maximum. We define it using well-known mathematical approaches, namely, we take the derivative of the function with respect to the corresponding parameter:

$$\frac{d\eta_1}{dx} = (1+K)^2 \frac{(1+x)^2 - 2x(1+x)}{(1+x)^4} = 0.$$

Analyzing the obtained mathematical dependence, we come to the conclusion that the maximum is reached at

$$x = 1.$$

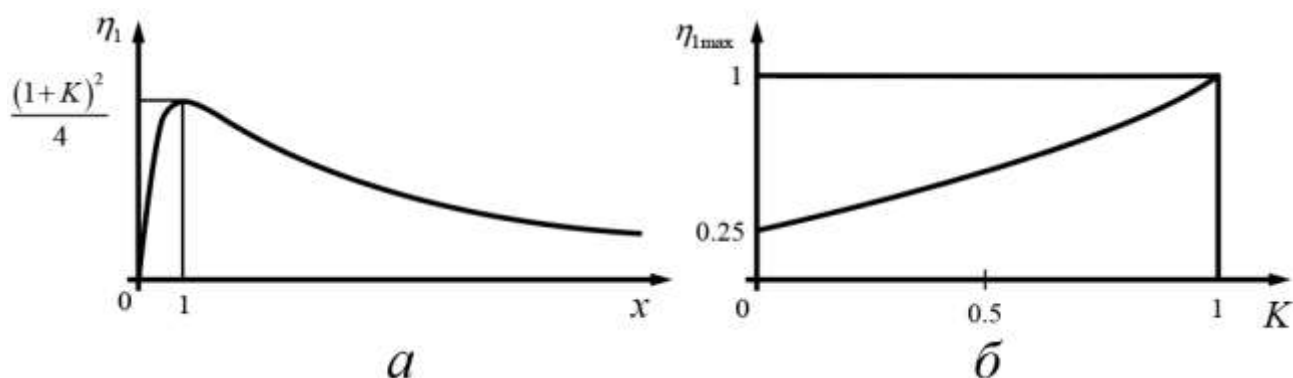
Addiction

$$\eta_1 = \eta_1(x)$$

is presented in the figures below.

If $x = 1$, then we get

$$\eta_{1\max} = \frac{(1+K)^2}{4}.$$



References:

1. Кильчевський Н. А. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1972 – 1977. – Т. 2. – 543 с.

2. Павловский М. А. Теоретична механіка: Підруч. – К.: Техніка, 2002. – 512с.
3. Кошляков В. Н. Краткий курс теоретической механики. Кинематика. Кинетика: Учеб. – К.: Вища шк., 1933. – 312 с.
4. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики: В 2 т. – М.: Наука, 1982 – 1983. – Т. 1. – 352 с.; Т. 2. – 630 с.

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

QUALITY EVALUATION OF WORKING ROTARY CUP DISPERATOR	
Liubeka A., Kornienko Y., Haidai S.	6
KINETICS OF THE PROCESS OF MASS CRYSTALLIZATION OF SATURATED MULTI-COMPONENT AQUEOUS SOLUTIONS OF AMMONIUM SULPHATE	
Hotskyi Y. H., Stepaniuk A. R., Iatsiuk I.O., Ivanytskyi H.K.	13
TECHNOLOGICAL RESEARCH OF BIOGRANULES ON THE BASIS OF PEAT AND SLUDGE	
Petrova Zh., Novikova Y, Petrov A.	19
OVERVIEW OF EXISTING RESEARCHES OF THE PROCESS OF DRYING PURPLE CABBAGE	
Petrova Zh., Slobodianiuk K., Grakov O., Vishnevsky V.	22
ADSORPTION PROPERTIES OF ANTIOXIDANT VEGETABLE POWDERS	
Petrova Zh., Samoilenko K., Hrakov D.	25
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРУБКИ ВЕНТУРИ НА ЗМІНУ ТИСКУ В ANSYS FLUENT.	
Макаренко А.А., Авдєєва Л.Ю.	28
STUDY OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF CRYSTALS DURING ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION	
Iatsiuk I.O., Gotsky Y.G., Stepaniuk A.R.	30
ESTABLISHING WAYS TO REPRESENT THE KINETIC LAWS OF DRYING	
Kushniruk V. M., Novokhat O. A.	37
THERMOPLASTIC MELTING MECHANISM IN DISK EXTRUDER	
Kovba A, Shved M	41
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	
Коник А.В., Демченко В.В.	47

MODERNIZATION OF THE FLUE GAS CLEANING PROCESS BLOC

- Khomenko M., Stepaniuk A. 53
- MODERNIZATION OF THE DISPENSER-FEEDER OF CEMENT-SAND MORTAR**
Polishchuk D., Andreiev I. 57
- MEASURING THE VISCOSITY OF LIQUIDS IN A CONICAL VISCOMETER**
Koval V., Andreiev I. 60
- THE MODERN TRENDS OF THE INVESTIGATION OF THE EVAPORATION PROCESSES**
Aitubaiev I.I., Huliienko S.V. 64
- УТОЧНЕНА ОЦІНКА ТРИВАЛОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ**
Терещенко І. Ю., Гулієнко С. В. 67
- MEASUREMENT OF VIBROVISCOSITY OF MIXTURES IN THE PROCESS OF VIBROEXTRUSION MANUFACTURE OF FIBROCONCRETE PRODUCTS**
Kramar O., Andreiev I. 71
- VIBROEXTRUSION FLOW OF CEMENT-SAND SOLUTION IN CHANNELS OF THE DISPENSER-FEEDER**
Pinchuk A., Andreiev I. 75
- DISPERSION AND FRACTIONATION OF PECTIN-CONTAINING POWDER**
Shapar R., Husarova O. 79
- MELT QUALITY CONTROL DURING POLYMER EXTRUSION**
Novodvorskiy V., Shved M., Shved D. 82
- ЕНЕРГООЩОДНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕКТИФІКАЦІЇ В МАСООБМІННИХ КОЛОННИХ АПАРАТАХ**
Булій Ю.В., Карпутіна М. В. Ободович О.М., Сидоренко В.В. 86
- ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СПИРТУ З НЕКОНДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ**
Булій Ю.В. Карпутіна М. В. Ободович О.М., Сидоренко В.В., Азаров С.П. 90
- ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВАКУУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ ІЗ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ДРІЖДЖІВ**
Булій Ю.В. Карпутіна М. В. Ободович О.М., Сидоренко В.В., Хоменко В.А. 93
- ВІТЧИЗНЯНЕ ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКТІВ БЕЗ ГЛЮТЕНУ НА ОСНОВІ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА.**

Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"	
Целень Б.Я., Ляшко Г.В., Гоженко Л.П., Радченко Н.Л.	87
INVESTIGATION OF CAVITATION EFFECT ON THE EXTRACTION PROCESS IN COMBINED HYDRODYNAMIC DEVICES	
Tselen B.Ya., Ivanytskyi G. K., Radchenko N.L., Gozhenko L. P.	99
ТЕПЛОМАСООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРО БУЛЬБАШКОВОГО ГАЗОРІДИННОГО СЕРЕДОВИЩА В ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ	
Ободович О.М., Лимар А.Ю., Азаров С.П.	102
ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ ДІВЕ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ	
Щепкін В.І., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П.	105
ХАРАКТЕР ТЕЧІЇ ВОДНОЇ СУСПЕНЗІЇ СОЛОМИ ПШЕНИЧНОЇ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ ПРОТЯГОМ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ	
Ободович О.М., Сидоренко В.В., Лимар А.Ю., Хоменко В.О.	108
CLEANING OIL WITH COLUMN DEVICES	
Rudyi O.D., Stepanyuk A.R.	111
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПОДАЧІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	
Щепкін В.І., Іваницький Г.К., Целень Б.Я., Гоженко Л.П., Шуляк В.В.	116
PERSPECTIVES CREATION EQUIPMENT FOR MANUFACTURING OF MONOFILAMENT FOR 3D PRINTING	
Polishchuk O.S., Skyba M.E., Polishchuk A.O., Lisevich S.P.	119
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Кармаліта А.К., Поліщук А.О.	123
ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПРЕСОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ МАРКУВАННЯ, КЛЕЙМУВАННЯ ТА ТИСНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Лучинський М.А., Первак А.А., Поліщук О.С.	127
MODERN TREND IN THE RESEARCH OF THE MIXING PROCESSES	
Kalynovskyi A.S., Hulienko S.V.	132
РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ НЕЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ	
Неймак В.С., Романець Т.П., Драпак Г.М.	136
THEORETICAL SUBSTANTIATION OF MODELING OF THE PROCESS OF CATCHING POLYDISPERSE SOLID EMISSIONS IN A	

CYCLON BY SOLIDORS OF THE SOLID SOFTWARE COMPLEX

Kichak R.V., Stepanyuk A. R. 139

ВАРІАНТИ ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЙОВИХ ПРЕСІВ У ВИРОБНИЦТВІ КАРТОНУ

Лисій В.; Семінський О. 149

PARAMETERS OF THE GRID OF THE PLAIN WEAVING FOR THE NOZZLE OF THE REGENERATIVE HEAT EXCHANGER

Yevziutin P. Y., Dvoinos Y.G. 152

EVALUATION OF EFFICIENCY OF USING A PLATE HEAT EXCHANGER FOR COOLENSATE OVERCOOLING IN A STEAM COMPRESSION REFRIGERATOR

Italiantsev O., Dvoinos Y. 157

MATHEMATICAL MODELING OF THE ZEOLITE DRYING PROCESS

Grobovenko Y. 164

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE PROCESS OF DRYING PERLITE BY RADIATION METHOD

Hritsiuk H.I., Novokhat O. A. 167

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПЕРЛІТУ В АПАРАТІ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ

Voitiuk V.O. Marchevsky V.M. 171

BROACH EFFORT OF POLYMER PIPES DURING CALIBRATION

Podiman H., Dvoinos Y. 174

ПЛАСТИФІКАТОРИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРОХМАЛЮ

Бишко М.А., Семінський О.О., Зубрій О.Г. 178

MODERNIZATION OF THE STEAMING COLUMN

Dmitruk AV, Stepanyuk A.R. 184

АКТУАЛЬНІСТЬ ВОДОНЕПРОНИКНОГО ДИХАЮЧОГО ТЕКСТИЛЮ ДЛЯ ВИГРОБНИЦТВА ОДЯГУ

Косенко В.В., Семінський О.О. 191

DISPERSER DRIVE POWER OF SPRAYING DRYER

Khomenko M., Zubriy O. 196

SOME MODERN PLATE STRUCTURES OF PLATE HEAT EXCHANGERS

S. Daniuk, O. Seminskyi 199

СЕКЦІЯ 2

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

- RESEARCH FOR THE PURPOSE OF DETERMINING THE OPTIMAL DEGREE OF GRINDING IN THE PROCESSES OF PRODUCTION OF PAPER AND PAPERBOARD FROM WASTEWOOD**
Kotok D., Zakharko R., Ploskonos V.G. 206
- FEATURES OF PAPER AND CARDBOARD PRODUCTION FROM WASTE MATERIAL IN LIMITED CONDITIONS VOLUMES OF FRESH WATER USE**
Tynytska E., Ploskonos V.G. 211
- ОТРИМАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ІЗ СТЕБЕЛ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ**
Захарко Р. М., н.с. Яценко О. В., Барбаш В. А. 215
- ACHIEVEMENT OF PAPER SUCTION INDEX**
Cherepkina R.I., Yatsenko S.Y. 220

СЕКЦІЯ 3

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

- STUDY OF THE EQUATION OF MATHEMATICAL MOVEMENT PENDULUM WITH USE SECOND LAGRANGE EQUATION**
Stasiuk A.Y., essor Shtefan N.I. 225
- IMPULSE OF THE SHOCK REACTION OF THE SUPPORT DURING THE ROTATION OF THE DISK**
Nefodova K. V., Shtefan N.I. 229
- RESEARCH OF THE MOVEMENT OF A MATHEMATICAL PENDULUM BY THE METHOD OF OSTROGRADSKY-HAMILTON-JACOBI**
Kizenko P. V., Shtefan N.I. 232
- STUDY OF THE HAMILTON FUNCTION ON THE EXAMPLE OF MATHEMATICAL PENDULUM MOTION.**
Postovy D. V., Shtefan N.I. 235
- APPLYING THE UTILIZATION FACTOR KINETIC ENERGY WITH IMPACT FOR THE CASE OF PILE DRIVING**
Semenov D.P., Shtefan N.I. 239

Рішення

**XX міжнародної науково-практичної конференції
студентів, аспірантів і молодих вчених.
«Ресурсоенергозберігаючі технології і обладнання»**

На заключному пленарному засіданні конференції було прийнято наступне рішення:

1. Роботу Ради молодих вчених Інституту технічної теплофізики ІТТФ НАН України, Організаційного комітету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інституту Газу НАН України та Програмного комітету з підготовки та проведення заходів у рамках міжнародної науково-практичної конференції «РЕСУРСОЕНЕРГО-ЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ» схвалити.

2. За результатами обговорення представлених на конференції доповідей визнати перспективність виконаних досліджень та схвалити доцільність подальшого розвитку та поглиблення наукових розробок у відповідних наукових напрямках, що визначені в проблематиці конференції.

3. З метою створення науково-методологічних основ вивчення основних ресурсоенергозберігаючих заходів, обладнання теплотехнологій та хімічних технологій в Україні рекомендується залучити матеріали конференції до дисциплін «Основні процеси та обладнання ресурсоенергозберігаючих технологій» та «Сучасне обладнання хімічних технологій» з розробкою відповідного методичного забезпечення.

4. Підвищити рівень залучення студентів, аспірантів до наукових досліджень України в галузі ресурсо- та енергозбереження.

5. Видати збірник праць конференції.

6. Рекомендувати публікацію пленарних доповідей в журналах «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження», «Хімічна промисловість України» та «Промислова теплотехніка». Просити голів секцій конференції визначити доповіді від секцій для опублікування в «Українському антарктичному журналі». Учасникам конференції представити рекомендовані доповіді у вигляді публікацій згідно правил публікацій відповідних журналів.

7. Визначити за доцільне поширення інформації про конференцію в засобах масової інформації та залучення до наступних конференцій широкого кола вітчизняних і іноземних науковців.

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедри машин та апаратів
хімічних і нафтопереробних виробних
виробництва



Я.М.Корнієнко