

**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 ХІХ міжнародної
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

25-26 листопада
Київ 2020

УДК 66
ББК 35.11я43
Р 43

Збірник тез доповідей ХІХ 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. – 305 с

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

"РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ"

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту
технічної теплофізики
НАН України
Протокол № 10
від 27 листопада 2020 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 7
від 18 листопада 2020 р.

Тези опубліковано за авторською редакцією.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Снежкін Ю. Ф.** академік, д.т.н., директор Інституту технічної теплофізики НАН України, голова програмного комітету конференції
- Корнієнко Я. М.** д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, заступник голови програмного комітету конференції
- Киричок П.О.** д.т.н, проф., директор Видавничо-поліграфічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- Ільєнко Б. К.** к.т.н., Вчений секретар Інституту Газу НАН України
- Сергієнко Р.В.** к.т.н., Вчений секретар Інституту 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 організації 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

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 621.21

CONDITIONS FOR PROVIDING THE QUALITATIVE NON-UNIFORM FLUIDIZATION

Dr. Tech. Sc., professor Kornienko Y.M., PhD, senior lecturer Haidai S.S.

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

***Abstract.** The conditions of introduction of the liquefying agent through slits of gas distributing device at which absence of motionless zones of granular material on a working surface of gas distributing device is provided and the qualitative hydrodynamic mode of non-uniform jet-pulsating fluidization is realized are substantiated.*

***Keywords:** FLUIDIZED BED, GRANULATION, HYDRODYNAMICS, INDEX OF DYNAMIC QUALITY OF HYDRODYNAMICS.*

УМОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОГО НЕОДНОРІДНОГО ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ

д.т.н., професор Корнієнко Я., к.т.н., ст. викл Гайдай С.

***Анотація.** Обґрунтовано умови введення зріджувального агенту через щілини ГРП, при яких забезпечується відсутність малорухомих зон зернистого матеріалу на робочій поверхні ГРП та реалізується якісний гідродинамічний режим неоднорідного струменево-пульсаційного псевдозрідження.*

***Ключові слова:** ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР, ГРАНУЛЯЦІЯ, ГІДРОДИНАМІКА, ІНДЕКС ДИНАМІЧНОЇ ЯКОСТІ ГІДРОДИНАМІКИ.*

According to previous studies is established that increasing of the energy efficiency of obtaining the new generation of granular organic-mineral fertilizers, which would contain biological substances of mineral and organic origin, deoxidizing and stimulating impurities that are responsible for modern land use even before the start, regardless of development is possible with the use of non-uniform fluidization [1-6].

The use of non-uniform fluidization in the granulation of liquid heterogeneous systems provides intensification of diffusion-controlled processes [1-6], but this increases the risk of formation of stagnant zones on the working surfaces of the gas distribution device (GDD).

According to the researches [1-6] the process is cyclical and is characterized by three stages [1-3]. On the first stage the energy of injected gas torch in dot A, Figure 1, should be sufficient to overcome the total resistance that is caused by friction forces of the granules with the surface of gas distributing device (plate of GDD), Figure 2, and as well the component of the hydrostatic pressure.

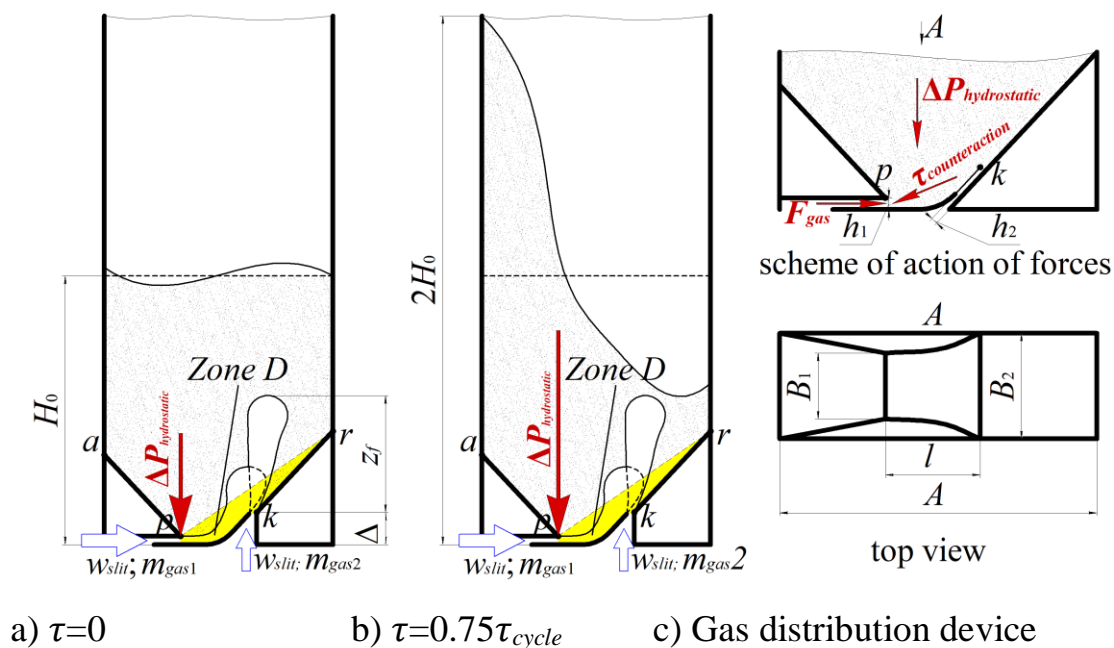


Figure 1 – The scheme of interaction of forces in the zone of injecting of the liquefying agent into fluidized bed granulator

The force with which the layer of granular material is acted upon by a liquefying agent introduced into dot p through a slit with height h_1 and width B_1 :

$$F_{gas} = \Delta P_{counteraction} B_1 h_1 \quad (1)$$

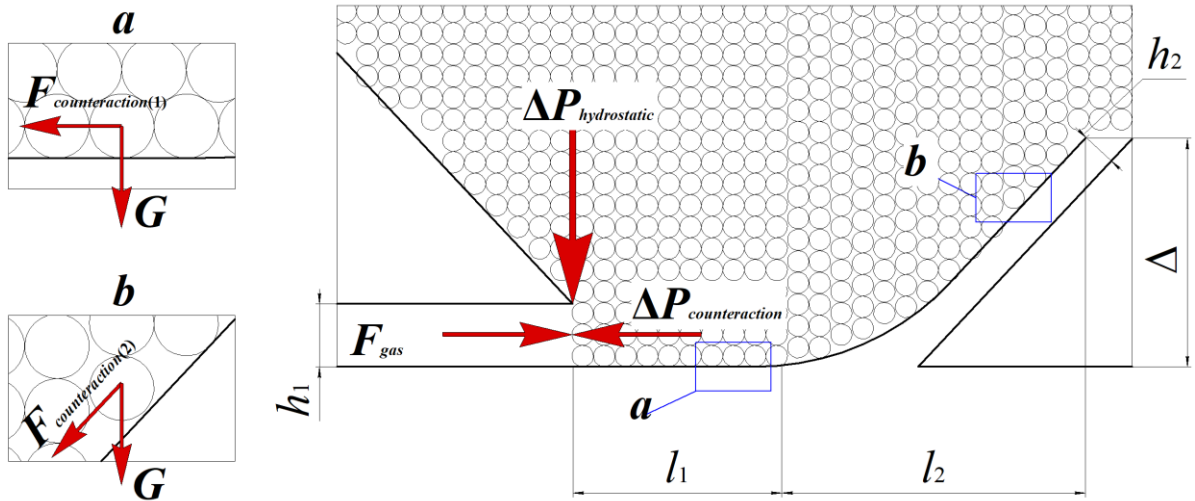


Figure 2 – The scheme of interaction of forces in the zone of gas distributing device

To ensure the movement of the cluster of solid particles in Zone D, a necessary condition is to ensure the values of the total force with which the gas jet acts on the layer of granular material during injecting from the slit of gas distributing device, in dot must be greater than F_{gas} on value $\Delta f'$:

$$F_{total} = F_{gas} + \Delta f' \quad (2)$$

The force of hydrodynamic pressure of the gas $F_{газы}$ must be bigger than the total force of counteraction $\tau_{counteraction}$ on the surface of gas distributing device (GDD) that is resulting from hydrostatic pressure:

$$F_{gas} \geq \tau_{counteraction} \quad (3)$$

$$F_{gas} = \Delta P_{gas} f_{slit} \quad (4)$$

where ΔP_{gas} – gas pressure in dot p , Pa

$$\Delta P_{gas} = (\rho_{gas} w_{slit}^2) / 2 \quad (5)$$

where f_{slit} – the area of the slit in dot p , m²:

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

$$f_{slit} = h_1 B_1 \quad (6)$$

where h_1 and B_1 – height and width of the slit in dot p .

$\tau_{counteraction}$ – the total force of counteraction, N:

$$\tau_{counteraction} = \Delta P_{hydrostatic} K_{\tau} f_{GDD} \quad (7)$$

where $\Delta P_{hydrostatic}$ – hydrostatic pressure of the layer of granular material in dot p , Pa:

$$\Delta P_{hydrostatic} = \rho_{solids} g H_0 (1 - \varepsilon_0) \quad (8)$$

where ρ_{solids} – density of granules, $\rho_{solids} = 1450 \text{ kg/m}^3$;

g – acceleration of gravity, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$;

ε_0 – porosity (proportion of voids) of a tightly packed bed ($\varepsilon_0 = 0.4$);

f_{GDD} – the area of the working surface of the gas distributing device (trapezoids with bases B_1 and B_2 and height l), m^2 :

$$f_{GDD} = \frac{B_1 + B_2}{2} l \quad (9)$$

where K_{τ} – the coefficient of transformation; h_1 and B_1 – height and width of the slit in dot p .

Then after substitution (4) and (7) in (3):

$$\Delta P_{gas} f_{slit} = \Delta P_{hydrostatic} K_{\tau} f_{GDD} \quad (10)$$

For the case when $H_0 = 0.32 \text{ m}$, the coefficient of transformation is determined by the expression:

$$K_{\tau} = \frac{\Delta P_{gas} f_{slit}}{\Delta P_{hydrostatic} f_{GDD}} \quad (11)$$

Thus, taking into account the coefficient of transformation $K_{\tau} = 0.0254$, which was determined for the qualitative hydrodynamic mode at $H_0 = 0.32 \text{ m}$, when using gas distributing device of the slit type [7], we can determine the required pressure, which should create a gas flow to ensure effective qualitative hydrodynamic mode of non-uniform fluidization with the absence of a stable zone on the working surfaces of the GDD.

For all other cases, it is possible to determine the injected gas velocity from the slits of gas distributing device, which provides an index of hydrodynamic quality $i_{quality} \geq 0.9$ by the expression:

$$w_{slit} = \left(K_{\tau} \frac{2\rho_{solids}gH_0^*(1 - \varepsilon_0)f_{GDD}}{f_{slit}\rho_{gas}} \right)^{0.5} \quad (12)$$

where H_0^* – set value of the total height of the fixed layer, m.

The calculated values of gas velocity in the slits, which provide the conditions of qualitative non-uniform fluidization for the bed of granular material with the initial height up to $H_0^* \leq 1$ m are shown on Figure 3.

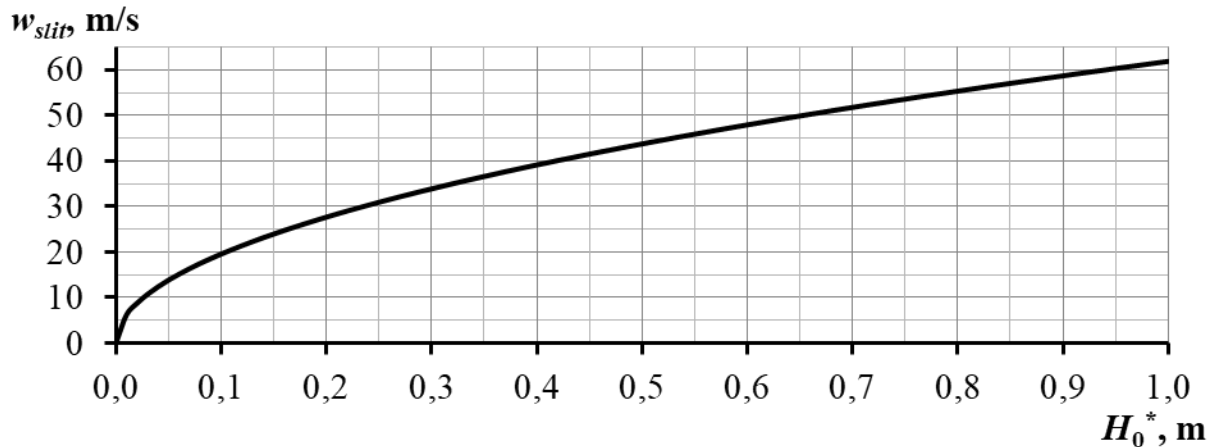


Figure 3 – Calculated dependence of $w_{slit}=f(H_0^*)$

The values of the injected gas velocity through slits of GDD, Figure 3, are calculated, but they must be compared with the experimental data in future and determine if this obtained values actually provides the conditions of high-quality hydrodynamic mode of non-uniform fluidization.

References:

1. Гайдай С. С. Гідродинаміка у грануляторах із псевдозрідженим шаром при одержанні органо-мінеральних добрив. – Дисертація на здобуття наукового

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

ступеня кандидата технічних наук. – КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 253 С.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25455>.

2. Yaroslav M. Kornienko. Increasing of the Heat and Mass Transfer Processes Efficiency with the Application of Non-Uniform Fluidization / Yaroslav M. Kornienko, Serhii S. Haidai, Roman V. Sachok, Andrii M. Liubeka and Bogdan Y. Kornienko // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – APRIL 2020. – №7. – Vol. 15. – PP. 890-900.

3. Korniyenko Y. Modelling of pulsating mode of fluidization when obtaining organic-mineral fertilizers / Y. Korniyenko, S. Haidai, A. Liubeka, S. Turko, O. Martynyuk // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Issue 4. – PP. 781-794.

4. Kornienko Y. Non-uniform fluidization in auto-oscillating mode / Y. Kornienko, S. Haidai // Ukrainian Food Journal. – 2017. – Vol. 6. – Issue 3. – PP. 562-576.

5. Kornienko Y. Kinetic laws of the process of obtaining complex humic-organic-mineral fertilizers in the fluidized bed granulator / Y. Kornienko, S. Hayday, A. Liubeka, O. Martynyuk // Ukrainian Food Journal. – 2016. – Vol. 5. – Issue 1. – PP. 144-154.

6. Корнієнко Я. М. Процес одержання модифікованих гранульованих гуміново-мінеральних добрив / Я. М. Корнієнко, А. М. Любека, С. С. Гайдай // КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані (1 файл: 8,79 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2017. – 210 С. – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/12411>.

7. Патент № 109509 Україна МПК (2006.01) B01J 8/44. Газорозподільний пристрій апарата псевдозрідженого шару / Турко С. О., Корнієнко Я. М., Гайдай С. С., Мартинюк О. В., Любека А. М.; Заявл. 04.03.2016; Опубл. 25.08.2016, Бюл. № 16/2016.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 66.081.63

**THE CORRECTING OF THE RELATIONSHIP FOR OF THE MASS
TRANSFER COEFFICIENTS DETERMINATIONS DURING THE
MEMBRANE MODULES REGENERATION**

student Tereschenko I.Y., post graduated student Metlina M.S.,

assistant professor, Ph.D., Hulienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Анотація:** Отримано уточнене критеріальне рівняння для розрахунку коефіцієнтів перенесення маси при регенерації мембранних модулів.*

***Ключові слова:** мембранний модуль, регенерація, критеріальна залежність*

***Abstract:** The adjusted dimensionless relationship for calculation of transfer coefficients during the membrane modules regeneration was obtained.*

***Key words:** membrane module, regeneration, dimensionless relationship*

The fouling of the membrane surface is one of the most important problem in exploitation of membrane plants including reverse osmosis. Despite the development of membrane with fouling resistance, methods of pretreatment and optimization of working parameters in module, the necessity of periodic regeneration is still actual question [1]

In realization of regeneration process the prediction of membrane properties after regeneration procedure are important and insufficiently researched topic, with was the object of the previous work [2]. However, in this work it was used the dimensionless equation, which was obtained with some admissions, which are not quite agree with real conditions. Therefore, the aim of this research is the correction

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

of the dimensionless equation for calculation of transfer coefficients during the membrane modules regeneration with using both previous and new experimental data

The researches were carried out with domestic membrane modules TFC-75 type. The imitative fouling of NaCl were deposited on the membrane surface. The regeneration process was carried out by the rinsing under subatmospheric pressure. The deionized water was used as cleaning agent. The flow rate of cleaning solution was measured ne weight method. The concentration of NaCl in the input and output of membrane apparatus was measured by conductometric method. The data processing was carried out using the theory of similarity methodology [3].

During the data processing, as it was in previous work [2] the exponential quantity for Schmidt number was $n = 0,33$. In this case the problem of dimensionless equation obtaining was reduced to determination the exponential quantity for Reynolds number m and the factor A .

Depending from Schmidt number value all range of the result was devided into the 17 groups within them the Sc values was varied less to 5%. For each group, using the means squares method according to the technique described in [4], the approximation of relationship $Sh = f(Re)$ was carried out, the mean value of exponential quantity m' was defined, which was specified. As a result, the value of exponential quantity was defined as $m = 0,8$. After that the approximation of generalized relationship was carried out (figure 1).

Approximation of the generalized dimensionless relationship allows to receive equation in the form:

$$Sh = 0,0018Re^{0,8} Sc^{0,33} \left(\frac{l}{d_e} \right) \quad (2)$$

As the result of the approximation the exponent of the generalized dependence is 1,0023, which means that there is no need in further clarification of the factors in the dimensionless equation.

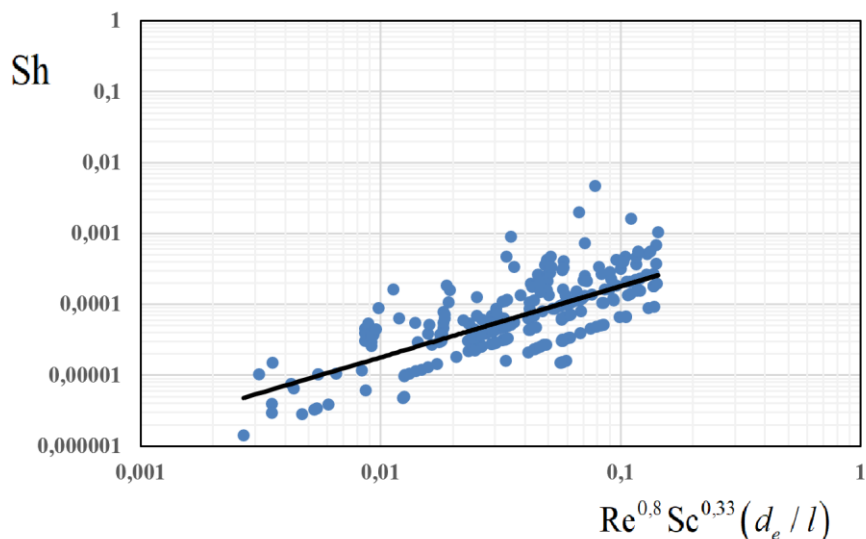


Figure 1 – The generalized dimensionless relationship

The sample correlation coefficient of dependence (2) is $r^* = 0.712$, and statistical analysis confirms the existence of the dependence [4].

References:

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, doi: [10.1016/j.memsci.2020.118189](https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118189)
2. Korniyenko Y., Gulienko S., Lialka M. (2015). Mathematical simulation of fouled membrane modules regeneration. *Ukrainian Food Journal*. 2015. Vol. 4. Is. 3, pp. 481-493.
3. Радченко Л.Б. Моделювання процесів хімічної технології: Навч. Посібн. / Л.Б. Радченко, І.О. Мікульонок. – К.: ВПІ ВПК «Політехінка», 2005. – Ч.1. – 126 с.
4. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии / Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. // Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк, 1985.- 327 с.: ил.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 532.137

FORMULA FOR CALCULATING THE VIBRATION VISCOSITY OF FIBER-REINFORCED CONCRETE MIX AT VIBRATION EXTRUSION

student Kramar Alexandra, assistant professor, Ph.D., Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** Disclosed is a vibration viscometer which simulates the process of vibration extrusion of fiber-reinforced concrete mix. A formula for calculating the vibration viscosity of a fiber-reinforced concrete mix during vibration extrusion is obtained, which can also be used to determine the rheological properties of any non-Newtonian liquids when they flow from converging flat channels.*

***Key words:** vibration viscometer, viscosity, vibration extrusion, fiber-reinforced concrete mix.*

ФОРМУЛА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВІБРОВ'ЯЗКОСТІ ФІБРОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ

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

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Запропоновано вібровіскозиметр, який моделює процес віброекструзії фібробетонних виробів. Отримана формула для розрахунку вібров'язкості фібробетонної суміші при віброекструзії, яка може бути використана також для визначення реологічних характеристик будь-яких псевдоньютонівських рідин при їх витіканні зі збіжних плоских каналів*

***Ключові слова:** вібровіскозиметр, в'язкість, віброекструзія, фібробетонна суміш.*

To determine the vibration viscosity of the fiber concrete during the direct formation of flat products, the authors proposed to use an existing vibro-extruder with a slotted outlet hole. In this case, quantitative physical rheological characteristics can be obtained using the available theoretical prerequisites.

Provided that a constant level of the mixture in the bunker of the vibro-extruder (see Fig.) is maintained, the vibration viscosity can be calculated by the formula [2]:

$$\mu_{\varepsilon} = \frac{\rho g L_1^2 L_2^2 (2\varphi_0 \cos 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0)}{2q \cos 2\varphi_0 \cos^2 \varphi_0 (L_1 + L_2)}$$

де φ_0 – angle of inclination of the inclined wall of the channel to the vertical, rad.

($\varphi_0 < 45^\circ$); L_1 – distance from the origin of coordinates to the initial cut of the bunker, m;

$L_2 - L_1$ – mixture column height in the hopper, m; ρ – density of the processed

mixture, kg / m³; $g = 9,81$ m/s² – acceleration of gravity; q – productivity per unit

length of an endless flat symmetrical channel, which narrows, m²/s.

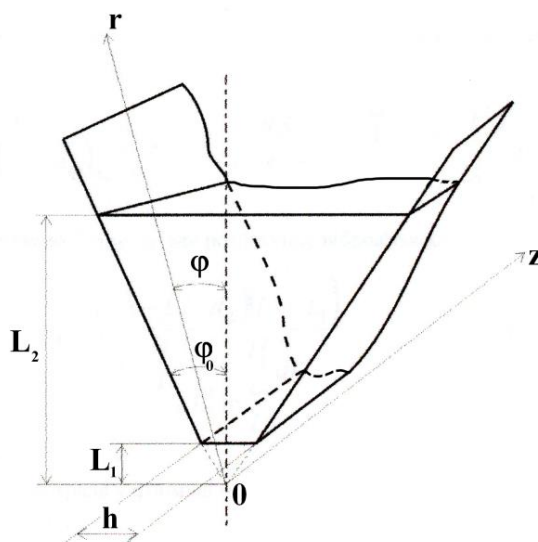


Figure. Design flow diagram in a flat symmetric converging channel of the vibration viscometer hopper

The disadvantages in this case are the need to maintain a constant level of the mixture in the bunker of the vibro-extruder all the time during the measurement and a large loss of the fiber-reinforced concrete mix, and with a limited amount of material, the determination of vibration viscosity becomes generally impracticable.

It is easier to calculate the rheological characteristics of the mixture during the flow $t_{\text{в}}$ of a certain amount of the mixture from the vibro-extruder. The solution to the problem was carried out using a differential equation that describes the change in the level of the mixture in the vibro-extruder hopper [3]. As a result, a formula was proposed:

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

де $C_{\kappa} = \frac{\sin 2\varphi_0 \cos 2\varphi_0 (L_1 + L_2) (L_1^2 - L_2^2)}{L_1^2 L_2^2 (2\varphi_0 \cos 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0)}$ – structural parameter, m^{-1} .

The resulting formula for calculating the vibro-viscosity of a fiber-reinforced concrete mix during vibration extrusion can be used to determine the rheological characteristics of any non-Newtonian fluids when they flow out from converging flat channels.

List of links:

1. Вібровіскозиметр для бетонних сумішей: пат. 140266 У Україна: МПК G01N 11/00 (2006.01). № u201908142; заявл. 15.07.2019; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3.
2. Андреев І. А., Прокоф'єв К. В. Вимірювання в'язкості фібробетону при віброекструзії. Наукові вісті НТУУ «КПІ». Київ, 2000. № 5. С. 64–67.
3. Andreiev I. A., Kramar A. 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.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 66.074.2

**FLUE GAS CLEANING IN THE PROCESS OF HEATING BUILDINGS
IN A CLOSED HEAT SUPPLY SYSTEM**

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

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Summary.

The description of the technological scheme of individual heating installation on housing and communal, industrial and administrative buildings is given.

The modernization of a group of devices for flue gas cleaning to increase the efficiency of these devices with the idea of reducing dust emissions into the atmosphere is proposed.

KEYWORDS: FLUE GAS CLEANING, HEATING, HEAT SUPPLY

**ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ В ПРОЦЕСІ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ
У ЗАМКНУТІЙ СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

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

Анотація.

Наведено опис технологічної схеми індивідуальної установки опалення на житло-комунальних, промислових та адміністративних будівлях.

Запропоновано модернізувати групи апаратів очищення димових газів для підвищення ефективності роботи цих апаратів з ідеєю зменшення викидів пилу в атмосферу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ, ОПАЛЕННЯ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.

Modern industry, which is developing dynamically, continuously offers new heating systems. Due to the constant search for cheaper heat sources, instead of the traditional ones that ran on gas or fuel oil, and the development of alternative installations, the installation of individual heating installations is spreading to residential, industrial and administrative buildings running on renewable energy sources.

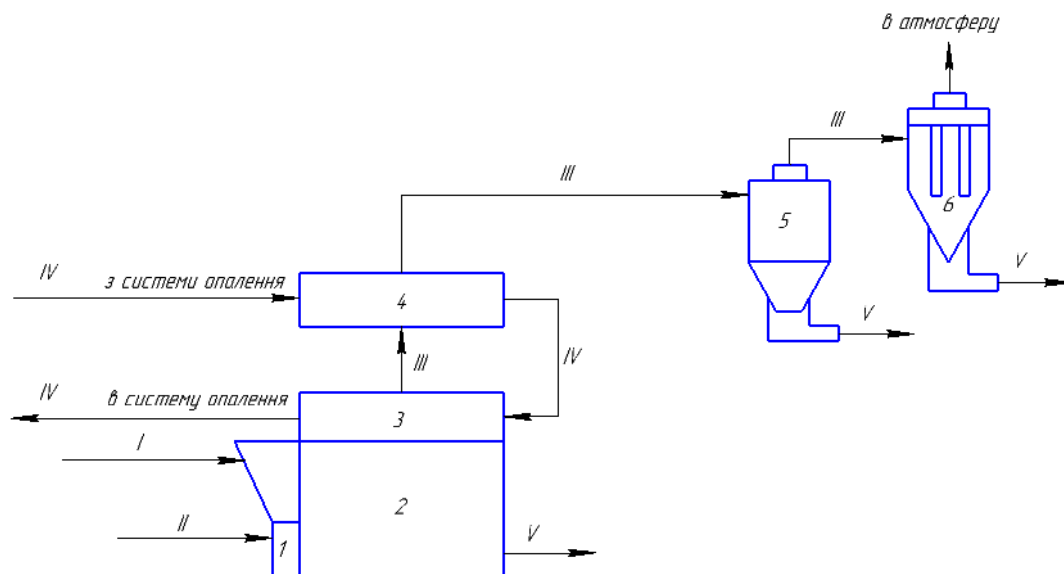
Such installations can work only when it is necessary to generate heat, so they are cheaper to operate. The heating system can be used to burn various raw materials, such as pellets. The unit uses two units: a unit for generating thermal energy and flue gas cleaning [1].

According to the technological scheme of heating (Figure 1) in the burner 1 is supplied air and raw materials for combustion (in this case pallets), in a solid fuel boiler 2, where the combustion of raw materials.

Water for the heat supply system is supplied to the recovery boiler 4. Flue gases from the boiler 1 enter the intertube space of the recovery boiler 3, where heated water from the recovery boiler 4 flows in the pipe space and then enters the heating system of the building. And the flue gases from the recovery boiler 3 pass into the recovery boiler 4, which is a plate heat exchanger, for the first stage of heating the water returned from the heating system. Next, the already cooled flue gases enter the apparatus for cleaning from ash. They pass the first stage of purification in the cyclone 5, and then enter the bag filter 6 for further purification of flue gases, and then discharged into the atmosphere.

Environmental protection is a pressing issue today, and the operation of the heating system is associated with the release of flue gases that mix ash and soot, which are harmful to the environment. Therefore, the gas is purified before being released into the atmosphere.

In the technological scheme (Figure 1) there is a 2-stage purification of flue gases. First coarse - in a cyclone, and then thin - in a bag filter [2].



1 - burner; 2 - solid fuel boiler; 3,4 - heat utilizers; 5 - cyclone; 6 - bag filter

Figure 1 - Technological scheme of heating

I - raw materials; II - air; III - flue gases; IV - water; V - soot, sediment.

The aim of the diploma project is to modernize a group of flue gas cleaning devices to increase the efficiency of these devices with the idea of reducing dust emissions into the atmosphere.

References:

1. Опалення. Навчальний посібник. / за ред. Слободянюк І. В. – Київ: Ресурсний центр ГУРГ, 2019 – 120 с.

2. Конспект лекцій з дисципліни «Пилеуловлювання та очищення промислових викидів» для студентів за напрямом 6.050601 – Теплоенергетика денної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 111 с.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 66.048.3

WAYS TO IMPROVE THE DISPENSER-FEEDER OF CEMENT-SAND MORTAR

Student Polishchuk Denys, associate professor, Ph.D., Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The technology of obtaining a thin layer of cement-sand mortar in the process of manufacturing fiber concrete products and the main directions of improvement of the batcher-feeder of the solution of vibration extrusion installation are considered*

***Key words:** dispenser-feeder, vibration extrusion, cement-sand mortar.*

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА ЦЕМЕНТНО- ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ

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

Національний технічний університет України

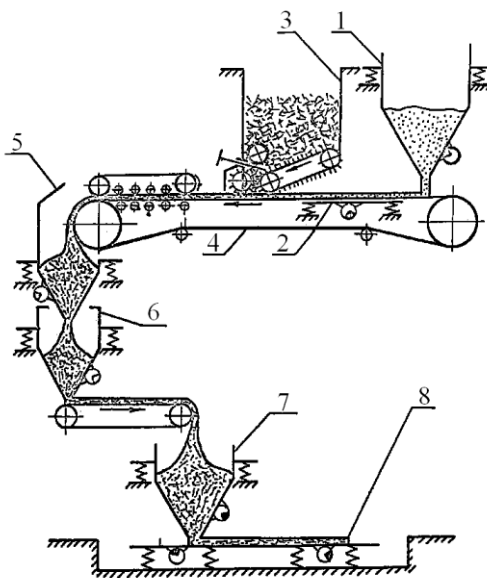
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Розглянуті технологія отримання тонкого шару цементно-піщаного розчину в процесі виготовлення фібробетонних виробів і основні напрямки удосконалення дозатора-живильника розчину установки віброекструзії.*

***Ключові слова:** дозатор-живильник, віброекструзія, цементно-піщаний розчин.*

The technology of vibro-extrusion molding of fibroconcrete products involves obtaining a thin layer of cement-sand mortar for further distribution of fiber reinforcement.

At the site of obtaining a thin layer of mortar, the cement-sand mortar from the feeder-dispenser 1 flows to the conveyor belt of the conveyor 4 in the form of four bundles of adjustable cross section. Cement harnesses under the action of vibration transmitted from the vibrating table 2, spread over the entire width of the tape, forming a layer of mortar with a thickness of m (see Fig.).



1 - feeder-feeder of cement-sand mortar; 2 - vibrating table; 3 - fiber feeder; 4 - the conveyor; 5, 6 - mixing vibrating extruders; 7 - forming vibrating extruder; 8 - shape

Fig. Installation of vibroextrusion

The feeder-dispenser of the solution of the basic installation consists of a pyramidal tank welded from sheet steel, a vibrator, a spring suspension bracket, a welded frame. The lower part of the tank is made of solid rubber, in which four vertical rectangular slits are cut, which are closed by a slide with a screw adjustment mechanism.

The disadvantage of the node to obtain a thin layer of solution is the high metal content and significant power consumption to ensure the operation of the vibrating table. Therefore, the Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky, based on

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

the results of research and development work, proposed improved devices for the supply of solution, which are given below.

References:

1) Installation in the lower part of the feeder-feeder horizontal plate, on the surface of which passes the conveyor belt and where the bundles of solution spread over the entire width of the belt due to the vibration of the feeder-feeder. This allows to exclude the vibrating table from the process and thus reduce the metal consumption and capacity of the installation (Pat. Of Ukraine №№ 26868U, 31229U).

2) To prevent the solution from sticking to the outer surface of the front wall of the hopper-feeder, it is proposed to make notches tapering upwards on the lower edge of the front wall of the hopper (US Pat. № 31537U), and making the lower edge of the front wall removable allows you to change Pat. Of Ukraine № 43319 U).

3) The use of harness thinners in order to abandon the vibrating table (Pat. Of Ukraine №№ 40268U, 47167U, 55010U).

4) Ensuring the possibility of changing the size and shape of the cutouts on the edge of the front wall of the hopper along their width depending on the properties and parameters of the processed solutions (US Pat. № 49072 U).

5) Ensuring the production of solution bundles with stable shape and quality through the formation of guide channels in the hopper (Pat. Of Ukraine №№ 49251U, 54489U) and improvement of these channels (Pat. Of Ukraine №№ 59438U, 60832U, 69438U, 72311U).

Work to improve the feeder-dispenser of cement-sand mortar continues in our time and is aimed at reducing hydraulic resistance and increasing the productivity of the device.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 66.048.5

THE MODERNIZATION OF THE SEWAGE TREATMENT UNIT OF THE METALLURGICAL PLANT

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

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Анотація:** Розглянуто вплив стічних вод металургійних підприємств на довкілля та технологію їх знешкодження. Проведена оцінка шляхів модернізації установки, спрямовані на підвищення її енергоефективності.*

***Ключові слова:** металургія, стічні води, очищення, випарювання*

***Abstract:** The influence of the waste waters from metallurgy plants and technology of its removing were considered. The ways of the plant modernization relating to the increasing of energy efficiency were estimated.*

***Key words:** metallurgy, waste waters, purification, evaporation*

The black metallurgy is the key industry of the national economics and the driving force for the development of others sectors of Ukrainian economic including mechanical, civil, coal, coke-chemical, energy and transport engineering. The homegrown metallurgy provides more than 20% of GDP, 12% of overall taxes, and the part of the foreign exchange earnings from export is 40%. Ukraine takes the 8th place in the list of the biggest producers of the steel providing about 3% of world production.

The metallurgy is belonged to the most non-environmentally-friendly industries. Each stage of the raw material treatment makes negative environmental effect. During making of ore by the open technique the full gallops are formed, with destroying of the ecosystems. Often, they cause the decreasing of the ground water level. The ore dressing is accompanied by accumulation of great amount of mullock

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

on the ground. During metallurgical plants processing the great amount of toxic materials including compound of Nitrogen and Sulphur is released into the air. This is the key reason of the acid rains. The waste material of the industry also polluted the hydrosphere.

It reasonable to look closely on the latest pollution, namely the pollution of the surface water by waste products. Since the specific weight of the water pollution in Ukraine in the late XX century was about 28% including in Kharkiv and Luhansk region was more that 70%, in Chernivtsi, Odesa and Donetsk regions was more than 50%.

It should be noticed that overall part of the salts, which has been throwed off, arrives to the 66% from mineralized waste waters generated in the production. They generated on energy plants, in pickling sections, and also after blowing-down of the water supply cycle.

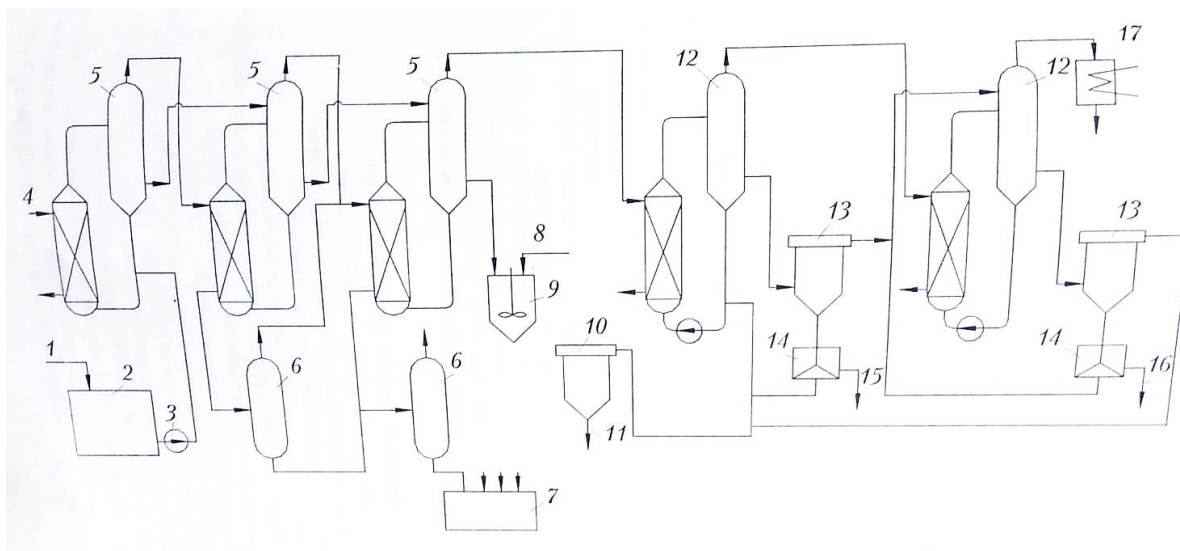
The pumping of the waste waters in the basins can dramatically influence on the nature waters composition and decrease its quality. Therefore, the treatment and purification of the waste waters from metallurgical plants became the important question.

One of that processes is technology schematically represented on the figure 1.

It includes the following main operations:

- The concentrations of the blowing waters up to the salinity, close to the equilibrium for sodium sulphate, considering the treatment by acid.
- The treatment by acid with aim to achieving to the system $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$, In this case the silicates is depositing and carbonates is disintegrating.
- The two-stage evaporation of the recycling defecated concentrated solution with crystallization and removing the sodium sulphate on the first stage and the sodium chloride on the second stage.

- The result of this treatment includes obtaining of the commercial products of the sodium chloride and sodium sulphate. The deionized water is returning into the water supply cycle.



1 – blowdown water; 2 – feed water tank; 3 – pump; 4 – primary steam; 5 – natural-circulation evaporators; 6 – flash tank ; 7- secondary steam condensate tank; 8 – sulphuric acid; 9 – reactor; 10 - clarifier; 11 – pulp; 12 – forced-circulation evaporator; 13 – thickener; 14 – centrifugals; 15 – sodium sulfate; 16 – sodium chloride; 17 – condenser.

Figure 1 – Scheme of thermal desalination of the blowing waters from metallurgical plant

It can be seen from technological scheme of deionization of blowing waters (figure 1) that the evaporators take the big part of line, especially on the first stage (deaeration and evaporation of waste waters). Therefore, the main problem of present technology includes the energy consumption for providing the required operation mode. As a result, the task of modernization of the evaporation plant modernization with aim to decrease the energy requirement is established.

References:

1. Кулик І. М. сучасний стан та основні фактори розвитку чорної металургії в Україні / І. М. Кулик. // Бізнесінформ. – 2012. – №5. – С. 116–121
2. А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик, П. І. Гвоздяк, Т. В. Князькова "Ф50 Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод": Підручник.- К.: Лібра, 2000.-552 с. (стр.533-534)

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 539.3

**JUSTIFICATION OF MATERIAL BALANCE IN THE PRODUCTION OF
ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS**

postgraduate Kychak R. V., associate professor, Ph.D. Stepaniyk A. R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***ABSTRACT.** The plant for the production of organo-mineral fertilizers is considered and its material balance is made. The idea of modernization of installation by installation on a cyclone of a cooling habit is offered. This will allow, in addition to capturing solid polydisperse emissions, to condense water vapor, which will ensure the removal of these components in the form of a suspension and the closure of material flows.*

***KEY WORDS:** organo-mineral fertilizers, material balance, cyclone, shell.*

**ОБГРУНТУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

***АНОТАЦІЯ.** Розглянута установка для виробництва органічно-мінеральних добрив та складено її матеріальний баланс. Запропоновано ідею модернізації установки, шляхом встановлення на циклон охолоджуючої обичайки. Це дозволить окрім вловлення твердих полідисперсних викидів, сконденсувати водяну пару, що забезпечить відведення даних компонентів у вигляді суспензії та замкнутість матеріальних потоків.*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:** органічно-мінеральні добрива, матеріальний баланс, циклон, обичайка.*

In the technological process of obtaining OMF mineral nutrients form with humic compounds organo-mineral complexes, which allows to fix nitrogen and potassium in metabolic form and reduce their mobility, and phosphorus is converted into a form that is easily absorbed by plants. Due to this, the utilization rate of nutrients with OMF reaches above 90%, which reduces the application rate of these fertilizers compared to mineral [1-3].

A simplified diagram of the experimental setup is shown in Figure 1a. The purpose of this work is to ensure, in addition to the capture of solid polydisperse emissions, condensation of water vapor, within the material balance, by installing a cooling shell on the cyclone (Figure 1b).

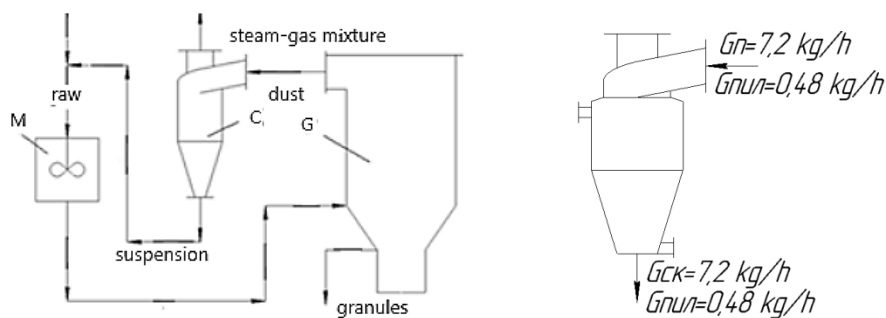


Figure 1: a - Experimental installation of organo-mineral fertilizers: MR - Mixer; C - Cyclone; D - Granulator; b - Cyclone with an established shell

Material balance for this installation in general:

$$G_{PP} = G_{B-II} + G_{TB} \quad (1)$$

where, G_{PP} – mass flow rate of the working solution;

G_{B-II} – mass water consumption depending on the physical state;

G_{TB} – mass consumption of solid components

Given that the mass consumption of solids is their cost for the formation of granules and dust, then:

$$G_{PP} = G_{B-II} + G_{ГР} + G_{ПШЛ}$$

where, $G_{ГР}$ – mass consumption of the formed granules;

$G_{ПШЛ}$ – mass flow of dust;

Given the mass fraction of components, we have:

$$G_{PP} = G_{PP}x_B + G_{PP}x_{TB}$$

where, x_B and x_{TB} – are mass fractions of water and solids, respectively.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Since the mass flow rate of granules and dust is determined by the coefficient of granulation, we finally get:

$$G_{PP} = G_{PP}x_B + G_{PP}x_{TB} + G_{TB}(1-\psi)$$

Or,

$$G_{PP} = G_{PP}x_B + G_{TB}\psi + G_{TB}(1-\psi)$$

where – ψ is the coefficient of the formation granule.

Conclusion: This approach will allow to remove the generated solid waste in the form of a suspension for feeding to recycling, to ensure the closure of material flows with the possibility of their reuse. This method will allow to realize, practically, waste-free production.

References:

1. УДК 631.878:631.811 ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА: ПЕРЕВАГИ ТА СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА С.І. Якушко, Сумський державний університет; В.П. Іванов, Сумський НТЦ «Облдержродючість»
2. Основи сільськогосподарського виробництва/ Під ред. Б.Н.Польського. – К.: Вища школа, 1977. – 264 с
3. Процес одержання модифікованих гранульованих гуміново-мінеральних добрив [Електронний ресурс]: уклад. Я.М. Корнієнко, А.М. Любека, С.С. Гайдай. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 206 с.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 536.242: УДК 621.643: УДК 620.175

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ

к.т.н., пр.н.с Коник А.В., Демченко В.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***Анотація:** Теплоаккумуляційні матеріали з фазовим переходом широко застосовуються в акумуляційному обладнанні, оскільки вони здатні забезпечити високу питому теплоємність. Метою роботи є дослідження стабільності показника теплоємності теплоаккумуляційного матеріалу при циклічному нагріві та охолодженні, що імітує процес зарядки й розрядження теплового акумулятора.*

***Ключові слова:** теплоаккумуляційний матеріал, матеріал з фазовим переходом, теплоємність, тепловий акумулятор.*

***Abstract:** Heat storage materials with phase change are widely used in storage equipment, because they are able to provide a high specific heat. The aim of the work is to study the stability of the heat capacity of the heat storage material during cyclic heating and cooling, which simulates the process of charging and discharging the heat accumulator.*

***Keywords:** heat storage material, phase change material, heat capacity, heat storage.*

Мета досліджень – обрати теплоаккумуляційний матеріал (ТАМ) з низькотемпературним фазовим переходом (PCM) для подальшого використання в тепловому акумуляторі (ТА); змодельувати процес акумуляції тепла в ємності з «тепловим ядром» та дослідити зміни теплоємності PCM в процесі термоцикування.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Об'єкт досліджень – зміни питомої теплоємності ТАМ, що відбуваються в «тепловому ядрі» в процесі зарядки і розрядження акумулятора.

Предмет досліджень – високомолекулярна сполука з низькотемпературними фазовим переходом.

Для проведення досліджень створено експериментальний стенд, що дозволяє змоделювати процес термоцикування, рисунок 1. Методика проведення досліджень описана в [1]. Основними елементами стенду є дві металеві герметично закриті ємності 1 і 2, об'єми яких заповнюються досліджуваними речовинами. Так, ємність 1 заповнюється теплоакumuлюючою рідиною, а ємність 2 – ТАМ з низькотемпературним фазовим переходом.

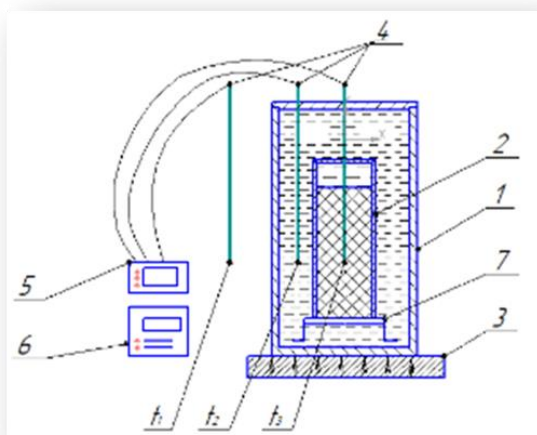


Рисунок 1 – Принципова схема експериментального стенду: 1, 2 – ємність, 3 – плита електрична, 4 – термопара; 5 - мікропроцесорний модуль TRITON 6004TC сполучений з ПК (умовно не позначений), 6 – лічильник електроенергії, 7 – опора.



Рисунок 2 – черезин, високомолекулярна сполука з низькотемпературними фазовим переходом.

В результаті проведених комплексних досліджень матеріали викладено в [2], для подальшого вивчення було обрано високомолекулярну сполуку – черезин, рисунок 2. Провели комплексні вимірювання теплоємності зразків до

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

початку досліджень та після проведення 85 циклів термоцикування. Результати досліджень представлено на рисунку 3.

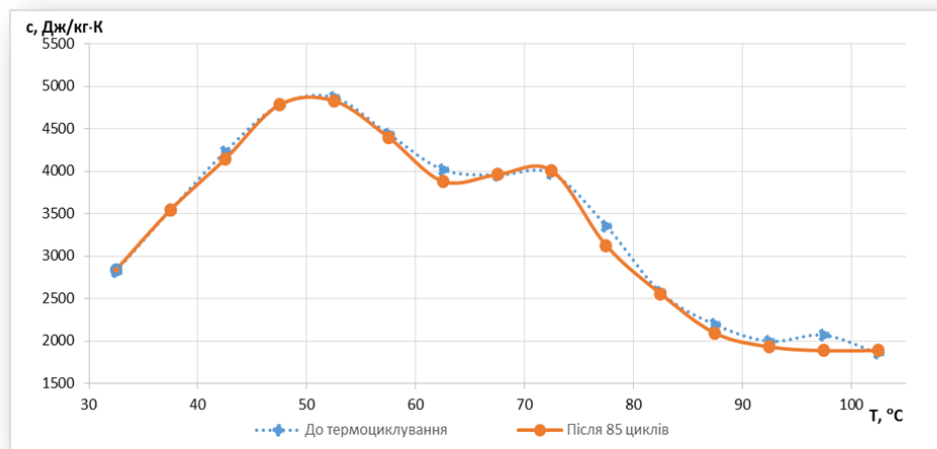


Рисунок 3 - Залежність теплоємності зразка до та після термоцикування

Висновки: результати досліджень зміни питомої теплоємності ТАМ при термоцикуванні продемонстрували високу степінь повторюваності. Зміни відбулись в межах від 2 % до 9 %, що свідчить про стабільно високі теплові показники в процесі нагріву та охолодження, а також доцільність використання черезину у «тепловому ядрі» теплового акумулятора.

Перелік посилань

1. Коник А.В1., Демченко В.В., Збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання", 21-22 травня, м. Київ 2020, - с.52 – 54.

2. Research of thermal cycling of organic substances with phase transition, Demchenko V.G., Tselen B.J., Konyk A.V., Ivanov S.O., 2020, «Scientific discussion» (Praha, Czech Republic), 1, 41, p. 54-58

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 691.3

MODERN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF FIBER CONCRETE PRODUCTS TECHNOLOGY

postgraduate Pinchuk Andrii, associate professor, Ph.D. Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The main modern directions of fibrobeton products production are given. The peculiarities of the uniform distribution of dispersed reinforcement in the concrete matrix are noted. It is proposed to use a vibro-extrusion method of formation as the most promising.*

***Key words:** fiber-reinforced concrete mix, disperse reinforcement, vibration extrusion.*

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

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

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Наведені основні сучасні напрямки виготовлення фібробетонних виробів. Відзначені особливості здійснення рівномірного розподілу дисперсної арматури у бетонній матриці. Пропонується до застосування віброекструзійний спосіб формування, як найбільш перспективний.*

***Ключові слова:** фібробетонна суміш, дисперсне армування, віброекструзія.*

Disperse reinforcement of concrete is a modern direction of improving almost all its main physical and mechanical characteristics by involving of fibers in joint work with concrete in case of tension.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The commercial use of fiber-reinforced cementing materials, except for asbestos cement, began in the 60's of the 20th century.

Expansion of production and application of structures made of dispersed reinforced concrete is an important reserve for reducing the cost of construction, saving labor costs, improving operational reliability and durability of building structures. Disperse reinforcement increases not only the strength of concrete, but, especially importantly, improves the performance of structures, for example, resistance to dynamic influences, temperature, moisture, wear and tear, etc., which makes it possible to obtain a significant economic effect in the production and operation of fibro-concrete structures.

Modern researchers note two main ways to produce fibro-concrete. The first method is consists in add fiber to the dry concrete mixture, which allows to achieve a more even distribution of dispersed reinforcement in the matrix. This method is considered easier to use. The second method involves the introducing fibers into the solution when it is mixing it, that provides the strength values of the obtained products, but there is a problem of mixing, which requires additional equipment at the construction site. The fact is that when using traditional concrete mixers or gravitational and forced solution, the formation of characteristic clusters of fiber reinforcement in the form of lumps is observed, which makes further operations difficult. In some cases, this leads to fragmentation of the fibers and ultimately impairs the quality of the products.

As a result of the addition of fibers that are fundamentally different from the components of the concrete matrix, a number of technological problems arise. The peculiarities of the fibro-concrete material require the creation of special mixing and forming equipment.

One of the modern technologies is spray-suction, in which concrete mortar is supplied through a sieve at the watering can of the pumping part, which spreads. Pieces of fibers directly from the device that cuts are fed into the solution stream,

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

where the mixing process takes place. A disadvantage of the method is the high water consist of the mixture.

Specially designed mixers also include devices with a spiral-vortex flow of the mixed material in an elastic body; with inertia-pulse mechanism of rotation providing breaking of lumps and with impulse effect of blades on concrete during introduction of fiber reinforcement to reduce viscosity of mixture. These stirrers are designed for a certain type of fibers and are characterized by discreteness of operation.

Pipes with diameter less than 0.2 m are manufactured by the method of winding. Centrifugation is used to produce large-diameter pipes in which the mixture is released and compacted by centrifugal forces.

Screw extrusion provides a non-stop process for forming and orienting the fibers. However, there is an extrudate coating which cannot be eliminated by the increase in the content of the sealing additive, and air is drawn in, which causes the articles to expand when they exit the nozzle.

Fibro-concrete formation refers to a new field of industry and requires further improvement. However, so far much less attention has been paid to the technology of fibrous concrete products than to the study of the properties of this composite material.

The most promising is the vibration extrusion method of forming, which provides a significant decrease in the viscosity of the matrix and the ability to carry out its reinforcement with any fibers at reduced water-cement ratios and without the use of surfactants. In addition, the vibration extrusion method makes it possible to orient the fibers along the formation axis, that is, to more effectively use their reinforcement properties.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 628.161

СПОСІБ АЕРАЦІЙНО-ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ОЧИЩЕННЯ АРТЕЗІАНСЬКИХ ВОД ВІД СІРКОВОДНЮ ТА ЙОГО СПОЛУЧЕНЬ

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

***Анотація:** Розглянуто проблему наявності в пластових водах сірководню та способів видалення сірководню з води. Вдосконалено спосіб окислювально-каталітичного очищення пластових і стічних вод шляхом проведення процесів насичення води повітрям і розчинення в ній кисню в роторно-пульсаційному апараті, що підвищить швидкість розчинення кисню, інтенсифікуючи окислювально-каталітичні реакції, які є основою очищення води.*

***Keywords:** water, hydrogen sulfide, purification, rotor-pulsation apparatus.*

***Abstract:** The problem of hydrogen sulfide in underground waters and methods of hydrogen sulfide removal from water is considered. The method of oxidation-catalytic purification of underground and wastewater by carrying out the processes of water saturation with air and dissolving oxygen in the rotor-pulsation apparatus has been improved, which will increase the rate of oxygen dissolution by intensifying the oxidation-catalytic reactions that are the basis of water purification.*

***Ключові слова:** вода, сірководень, очищення, роторно-пульсаційний апарат.*

Головним джерелом питного водопостачання є поверхневі і підземні води. Для України основним поверхневим джерелом питної та технологічної води є річка Дніпро. Проте в останні 20 років з причин поганої екологічної обстановки та сильних забруднень вода Дніпра стає малоприсадною для питного водопостачання. На думку директора Інституту колоїдної хімії і хімії води ім.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Думанського НАН України академіка Гончарука В.В. найбільш надійно захищеним від антропогенного впливу джерелом питного водопостачання є артезіанські підземні води [1].

Підземні води порівняно з поверхневими характеризуються вищою якістю, проте вони можуть не відповідати нормативним вимогам за вмістом окремих елементів, зокрема сірководень та його сполуки.

Метою роботи є удосконалення способу видалення сірководню та його сполучень з води шляхом аераційно-окислювального очищення із застосуванням роторно-пульсаційного апарата.

Наразі найбільш прогресивним є спосіб, який включає нагрівання води до температури 40°C, насичення її повітрям з витратою 10 м³/м³·год під тиском 0,4 МПа при масовому співвідношенні каталізатор: вода 1:10 [2].

Недоліком цього способу є необхідність застосування компресорного устаткування для подачі повітря з певною швидкістю і під встановленим тиском.

Удосконалення вказаного способу полягає в тому, що воду після відстоювання і фільтрування направляють для обробки в роторно-пульсаційний апарат, який одночасно є відцентровим насосом. Подача повітря до роторно-пульсаційного апарата здійснюється без застосування, за рахунок розрідження, яке створюється у вхідному патрубку.

Підвищення температури до 40°C здійснюється без додаткового нагрівання, за рахунок дисипації енергії в робочих органах роторно-пульсаційного апарата.

Проходячи через робочі органи роторно-пульсаційного апарата (ротор-статор-ротор) у водоповітряній суміші на кордоні розділу фаз виникають ударні хвилі, утворюється розвинена міжфазна турбулентність, мікрокавітація, проникаючі кумулятивні мікрострумені і вихори, що призводить до інтенсивного диспергування, збільшення сумарної поверхні контакту фаз,

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

поліпшенню процесів масопереносу кисню з газового середовища в рідке. Очищення води в роторно-пульсаційному апараті проводять з амплітудою пульсацій тиску 320-340 кПа і швидкістю зсуву потоку $70 \cdot 10^3 - 90 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$.

Такі параметри обробки дозволяють максимально збільшити швидкість розчинення кисню у воді і, як наслідок, поліпшити окисно-каталітичне 50 очищення від сірководню та його сполук. Максимально насичена розчиненим киснем вода прямує в реакційну колону, де проходить через шар каталізатора при масовому співвідношенні 1:10, а потім йде на дегазацію. Як каталізатор використовують фталоціан кобальту, вплавлений в поліетилен високого тиску.

Проходження окислювально-каталітичного очищення пластових і стічних вод оцінюється ступенем окислення сірководню, який в представленому способі дорівнює 100 %.

Висновок: Запропонований спосіб очищення води із застосуванням роторно-пульсаційного апарата сприяє максимально швидкому та повному розчиненню кисню та, як наслідок, 100% окисленням сірководню та його сполук.

Перелік посилань:

1. Гончарук В.В. Наука о воде/ В.В. Гончарук. – К.: Наукова думка, 2010. – 512 с.
2. А. Г. Ахмадуліна, Р.П. Кочеткова, М.І., Шпилівська та ін. "Очищення пластових і стічних вод від сірководню окисленням киснем повітря в присутності гетерогенного каталізатора", Журнал прикладної хімії, 1985. Т. LVIII, № 4, С. 916.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 532.137

OBTAINING A FORMULA FOR CALCULATING THE VISCOSITY OF LIQUIDS IN THE CONE CHANNEL OF THE VISCOMETER

Student Koval Vadym, associate professor, Ph.D. Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The proposed formula allows to make a direct calculation of quantitative physical characteristics of Newtonian liquids by the time of outflow of a cone channel of liquid from conical channels modernized by the viscometer.*

***Key words:** viscosity, viscometer, Newtonian fluid, conical channel.*

ОТРИМАННЯ ФОРМУЛИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ В'ЯЗКОСТІ РІДИН У КОНІЧНОМУ КАНАЛІ ВІСКОЗИМЕТРА

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

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Пропонована формула дозволяє здійснити безпосередній розрахунок кількісних фізичних характеристик ньютонівських рідин за часом витікання певної кількості рідини з конічного каналу модернізованого віскозиметра.*

***Ключові слова:** в'язкість, віскозиметр, ньютонівська рідина, конічний канал.*

The authors proposed a viscometer of a simplified design, the measuring tube of which is made conical, which excludes breaks in the integrity of the flow in it of the research fluid [1].

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

To calculate the viscosity in such a channel (see Fig.), you can use the flow equation [2]:

$$q = C_k \frac{\Delta p}{\mu}, \quad (1)$$

де L_1 – distance from origin to outlet section of hopper, m; L_2 – distance from origin to channel entrance, m; θ_0 – angle of inclination of the inclined wall of the channel to the vertical, rad.;

$C_k = \frac{3\pi L_1^3 L_2^3 \operatorname{tg}^4 \theta_0}{8(L_2 - L_1)(L_1^2 + L_1 L_2 + L_2^2)}$ – structural parameter, m³.

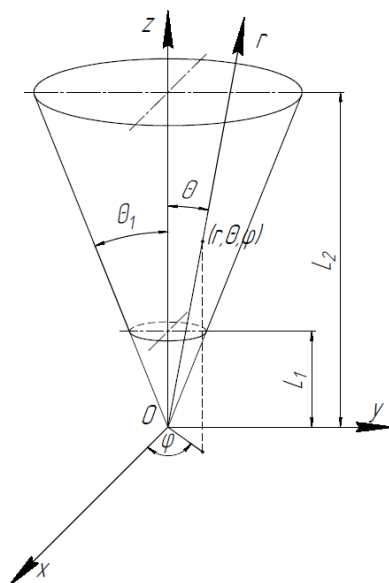


Figure. Calculation diagram

The disadvantage of this is the need to maintain the liquid level all the time of the experiment. This complicates the measurement process, and with a limited amount of liquid, it becomes impossible. It is easier to calculate the viscosity over the flow time of a certain amount of liquid. For this, the differential equation describes the loss in the viscometer through a change in the liquid level at height z (see Figure), where the cone radius will be equal to $z \operatorname{tg} \theta_0$:

$$q = S(z) \frac{dz}{dt} = \pi z^2 \operatorname{tg}^2 \theta_0 \frac{dz}{dt}, \quad (2)$$

де $S(z)$ – channel cross-sectional area at height z .

Through the integrity of the liquid flow in the conical channel, we equate the flow rates with (1) and (2) equations:

$$\pi z^2 t g^2 \theta_0 \frac{dz}{dt} = C_K \frac{\Delta p}{\mu}.$$

Further solution results in a liquid flow time from a fully filled channel with a height of L :

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

$$\text{де } C_t = \frac{8(L_1^3 - L_2^3)(L_2^3 - L_1^3)}{9L_1^3 L_2^3 t g^2 \theta_0} = -\frac{8(L_2^3 - L_1^3)^2}{9L_1^3 L_2^3 t g^2 \theta_0}.$$

The dependence of viscosity on the time of outflow is found from the equation (3):

$$\mu = \frac{t_\epsilon \Delta p}{C_t}.$$

And in this case, to calculate the rheological properties of the liquid, it is necessary to measure only the time of its complete outflow from the device. The viscosity can then be found by the dependence $\mu = \xi(t_\epsilon)$, that is predetermined for the particular size of the cone channel of the viscometer.

List of links:

1. Віскозиметр: пат. 140265 У 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.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 628.161

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

***Анотація:** Розглянуто основні етапи комплексної переробки органічної сировини в біоетанол та інші продукти. Визначено найбільш енерговитратну стадію в технології отримання біоетанолу другого покоління. Намічено шляхи для зниження собівартості виробництва біоетанолу.*

***Ключові слова:** біоетанол, біомаса, попередня підготовка, гідроліз, роторно-пульсаційний апарат*

***Abstract:** The main stages of complex processing of organic raw materials into bioethanol and other products are considered. The most energy - consuming stage in the technology of obtaining second - generation bioethanol has been determined. Ways to reduce the cost of bioethanol production are outlined.*

***Keywords:** bioethanol, biomass, pretreatment, hydrolysis, rotary-pulsating apparatus*

Головними результатами комплексної переробки органічної сировини дедалі залишаються енерговмісні продукти - біоетанол та гідролізний лігнін, які мають енергетичні характеристики, сумірні з викопними паливами.

Отримання біоетанолу з крохмалевмісної, цукровмісної або лігноцелюлозовмісної сировини вимагає застосування різних технологічних стадій та відповідно собівартість біоетанолу для кожного виду сировини є різною. У порівнянні з біоетанолом з цукровмісної та крохмалевмісної сировини, біоетанол з лігноцелюлозовмісної сировини є дорожчим.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Найенерговитратнішою в технології отримання біоетанолу з лігноцелюлозовмісної сировини є стадія попередньої підготовки сировини до гідролізу (рис. 1) [1].



Рис. 1 Розподіл затрат на обладнання лігноцелюлозного підприємства

Підвищення рентабельності виробництва біоетанолу з лігноцелюлозної сировини можливо двома головними шляхами. Досвід низки виробництв, зокрема гідролізного, дозволяє вирішити проблему рентабельності обробки органічної біомаси шляхом глибокої її комплексної переробки з отриманням складових, вартість яких перевищує вартість вихідної органічної сировини, як палива. Інший спосіб – вдосконалення технології та обладнання, що дозволяє збільшити ступінь конверсії вихідної сировини в основні та побічні продукти.

Метою роботи є створення обладнання та технології, що дозволять вдосконалити процес комплексної переробки рослинних відходів сільськогосподарського виробництва та лісотехнічної промисловості в біопаливо і побічні види продукції.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Прикладом обладнання, що істотно інтенсифікує тепло та масообмін в рідких багатокомпонентних середовищах є роторно-пульсаційні апарати, що є ефективними пристроями в технологіях, пов'язаних з перемішуванням, гомогенізацією, диспергуванням тощо [2]. Включення роторно-пульсаційного апарата в стадію попередньої підготовки лігноцелюлозної сировини до гідролізу дозволяє проводити делігніфікацію та видалення геміцелюлоз за температури, нижчої за аналоги та під атмосферним тиском. За результатами роботи подано дві заявки на винахід.

Спосіб одержання мікрокристалічної целюлози: заявка на патент України на винахід а202003752 від 22.06.20

Спосіб отримання целюлози та лігніну: заявка на патент України на винахід а202006032 від 22.09.20

Висновок: Запропоновано спосіб попередньої підготовки лігноцелюлозної сировини до гідролізу, що дозволяє вдосконалити комплексної переробки рослинної сировини в технології отримання біоетанолу.

Перелік посилань:

1. Valdivia M, Galan JL, Laffarga J, Ramos JL. Biofuels 2020: Biorefineries based on lignocellulosic materials. Microb Biotechnol. 2016 Sep;9(5):585-94. doi: 10.1111/1751-7915.12387. Epub 2016 Jul 29. PMID: 27470921; PMCID: PMC4993176.

2. Микро- и наноуровневые процессы в технологиях ДИВЭ: Тематический сборник статей/ под общей ред. А.А. Долинского. К.: Академперіодика, 2015. 464 с.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 66.069.84, 66.083.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕГАЗАЦІЇ РІДИНИ СПОСОБОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ

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

пр.н.с., д.т.н. Іваницький Г.К.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***Анотація:** Наведено актуальність проблеми дегазації рідин в промисловості. Проведено дослідження впливу способу дискретно-імпульсного введення енергії на зміну концентрації діоксиду вуглецю в конденсаті димових газів. Встановлено, що після 2 хвилин обробки досягається практично повне вилучення вуглекислоти з конденсату.*

***Ключові слова:** конденсат димових газів, діоксид вуглецю, кавітаційна дегазація, дискретно-імпульсне введення енергії, водневий показник.*

***Abstract:** The urgency of the problem of degassing of liquids in industry is given. The influence of the method of discrete-pulsed energy input on the change of carbon dioxide concentration in the flue gas condensate has been investigated. It was found that after 2 minutes of treatment almost complete removal of carbon dioxide from the condensate was achieved.*

***Keywords:** flue gas condensate, carbon dioxide, cavitation degassing, discrete-pulse energy input, hydrogen index.*

Дегазація рідин широко застосовується в енергетиці, металургії, системах підготовки води, харчовій і хімічній галузях промисловості для вилучення таких газів як кисень, сірководень, діоксид вуглецю, що містяться в рідині у вільному стані і які є хімічно більш агресивними, ніж коли вони розчинені в рідині [1]. Для вилучення з рідини вільних газів часто використовують методи кавітаційної дегазації, які є досить ефективними для дегазації пересичених рідин, коли

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

кількість вільного газу у вигляді мікробульбашок істотно перевищує його рівноважну концентрацію. Ці методи відрізняються досить високою продуктивністю і низькими енерговитратами у порівнянні з існуючими методами дегазації.

Для інтенсифікації процесу дегазації нами запропоновано застосувати метод дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ), який знайшов успішне промислове застосування [2]. Дослідною речовиною вибрали конденсат димових газів, що утворився утилізаторі теплоти після спалювання природного газу. За фізико-хімічними властивостями цей конденсат є пересиченим водним розчином діоксиду вуглецю у воді (концентрація якого досягає 70 мг/л при його розчинності лише 0,47 мг/л при 20°C). Дослідження проводили на дослідному експериментальному стенді, основними складовими якого є камера низького тиску і роторно-пульсаційний апарат спеціальної конструкції. Ефективність процесу дегазації рідини оцінювали за зміною величини водневого показника (рН). Після дегазації значення рН для конденсату димових газів теоретично повинно досягнути приблизно 6,5, що відповідає верхній межі значення рН для дистильованої води.

Рідину піддавали обробці наступним чином. Конденсат димових газів об'ємом 33 л оброблювали в замкнутому контурі дослідного зразка установки в режимі рециркуляції протягом 16 хвилин. Проби конденсату відбирали через кожні 2 хвилини протягом обробки з метою визначення оптимального часу його обробки на основі отриманих результатів величини рН. Відібрані проби зберігали протягом двох діб без доступу прямого сонячного світла. Вимірювання величини рН проводили багатофункціональним приладом СOnDO EZODO PCT-407 для аналізу параметрів води одразу після відбору проби, через 3 години, 1 добу і 2 доби після обробки.

На основі отриманих даних проаналізовано зміну рН конденсату димових газів від тривалості його обробки і встановлено, що основна зміна величини рН

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

відбувається приблизно протягом перших 2 хвилин обробки. Подальша обробка конденсату також призводила до підвищення величини рН, проте швидкість його зростання була значно нижча, хоча й стабільна протягом всього часу обробки. Це вказує на те, що вилучення основної кількості вуглекислоти, розчиненої в конденсаті, відбувається протягом перших двох хвилин обробки. Також встановлено, що оброблений конденсат перебуває в нестабільному стані про що свідчить подальше зростання його величини рН при зберіганні проб. Після витримки обробленого конденсату отримане значення величини рН стабілізувалось і перевищувало 6,0.

Дегазація конденсату запропонованим способом досягається за рахунок вилучення існуючих при нормальних умовах стабільних бульбашок діоксиду вуглецю внаслідок збільшення їх розмірів з можливістю реалізації явища інверсії структури потоку (перетворення потоку з бульбашко-рідинної структури в крапельно-газову). Таким чином рідина, що насичена мікроскопічними бульбашками діоксиду вуглецю під час обробки утворює суміш водяної пари з діоксидом вуглецю, в якій знаходиться велика кількість полідисперсних краплин рідини. Газова фаза при цьому відводиться з апарата. Одночасно при цьому відбувається розпад вугільної кислоти внаслідок порушення вуглекислотної рівноваги і вилучення інших газів з конденсату.

Запропонований спосіб обробки рідини базується на використанні низки фізичних явищ ДІВЕ і при відповідному виборі режимних параметрів обробки може знайти застосування не лише для дегазації рідин, але й для їх обробки з метою зміни фізико-хімічних параметрів (величини окисно-відновного потенціалу, електропровідності, вмісту розчинених газів тощо) у різних галузях промисловості.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Перелік посилань:

1. Franc J.-P. Physics and Control of Cavitation. In Design and Analysis of High Speed Pumps (pp. 2-1–2-36). Educational Notes RTO-EN-AVT-143, Paper 2, 2006. – pp.1–36.

2. Шурчкова Ю. А. Адиабатное вскипание. Практическое использование / Ю. А. Шурчкова. – Київ: Наукова думка, 1999. – 228 с.

УДК 66.069.85

ВПЛИВ ПІНИ НА ПЕРЕБІГ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ

гол. технолог Щепкін В.І., с.н.с. Гартвіг А.П., гол. механік Шуляк В.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: проаналізовано вплив піни на міжфазну поверхню газ-рідина та розчинення кисню повітря в ферментаційному середовищі, запропоновано оптимальні варіанти використання здатності ферментаційних середовищ до спінювання в процесах мікробіологічного синтезу.

Abstract: the influence of foam on the surface of the gas-liquid phase contact and the intensification of oxygen dissolution in the fermentation medium are analyzed; optimal variants of using the ability of fermentation media to foam in the processes of microbiological synthesis are proposed.

Ключові слова: піноутворення, ферментер, мікробіологічний синтез.

Keywords: foaming, fermenter, microbiological synthesis.

Нормативний коефіцієнт заповнення ферментів становить $0,5 \div 0,6$. Вільний об'єм апаратів використовується для компенсації не більше, ніж 10% об'єму зростання рівня середовища за рахунок газовмісту після включення аерації та для регулювання рівня піни. Практично на заводах рівень піни в апаратах постійно змінюється від нуля до максимально допустимого значення. По досягненню максимального рівня для запобігання переливанню середовища вмикається подача рідкого піногасника чи запускається інша система піногасіння. При використанні рідкого піногасіння рівень піни знижується до нуля і процес повторюється знову.

Піна забезпечує поверхневий фазовий контакт газ-рідина та інтенсифікує розчинення кисню повітря в ферментаційному середовищі. Наприклад, при роботі сульфітним методом, в залежності від конструкції апарата і висоти пінного шару, коефіцієнт масопередачі газ-рідина підвищується в кілька разів. Дослідження показали, що в піні створюються добрі умови для культивування

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

дріжджів. В дослідженнях по вирощуванню дріжджів визначення коефіцієнта масопередачі газ-рідина і реального коефіцієнта масообміну, показало, що високий малорухомий шар піни знижує питому швидкість росту, вихід біомаси та інші показники процесу. Також знижується коефіцієнт масопередачі газ-рідина після додавання до реакційного середовища хімічного піногасника. При застосуванні хімічного піногасника бажано використовувати синтетичні спеціально підібрані для даного процесу композиції та емульсії.

З теорії масопередачі відомо, що для забезпечення інтенсивного перебігу процесу бажано безперервно поновлювати поверхню фазового контакту, тобто необхідне примусове руйнування піни механічними пристроями чи шляхом турбулізації потоків іншими способами.

На основі викладеного запропоновано оптимальні варіанти використання здатності ферментаційних середовищ до спінювання в процесах мікробіологічного синтезу. Ідеальним ферментатором є апарат, в якому рівень піни, її дисперсність і ступінь турбулізації не змінюються протягом перебігу всього циклу культивування популяції (за виключенням тих параметрів, що контролюються), які вносять по мірі необхідності технології для керування аерацій і перемішування системи. Апарат повинен бути максимально заповнений, дисперсність і турбулізація системи максимально оптимізована для даного процесу, вміст апарата гомогенний як за газонасиченістю, так і за компонентами живлення, метаболітами і концентрацією мікроорганізмів. Для створення таких вимог необхідний енергетично рентабельний вузол піногасіння, який забезпечуватиме надійне виділення відпрацьованого газу з системи без втрат ферментаційного середовища і гарантувати його стерильність при мінімальних енергетичних затратах. Для економії електроенергії слід максимально використовувати пасивні засоби піногасіння (в циклонах, лабіринтах тощо) і застосовувати автоматичні засоби керування системами піногасіння.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 66.069.85

СПОСОБИ ПІНОГАСІННЯ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

гол. технолог Щепкін В.І., гол. механік Шуляк В.В., с.н.с. Гартвіг А.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: Розглянуто способи піногасіння в промислових технологічних процесах. Визначено сумарний коефіцієнт спінювання і допустимий рівень піноутворення.

Ключові слова: піноутворення, способи піногасіння.

Abstract: Methods of defoaming in industrial technological processes are considered. The total foaming coefficient and the allowable level of foaming are determined.

Keywords: foaming, methods of defoaming.

Виникнення піни в процесах гомогенізації молочних продуктів, випарних стадіях молочної і цукрової промисловості та процесах глибинної аеробної ферментації пов'язане з температурними режимами, гідродинамічними умовами і спричинено наявністю в середовищі поживних речовин, продуктів метаболізму мікроорганізмів і поверхнево активних речовин (ПАР), що стабілізують плівку бульбашок піни. З однієї сторони наявність піни призводить до прискорення розчинення кисню повітря в середовищі – утворюється велика поверхня масообміну при ферментації. З іншої сторони інтенсивне піноутворення перешкоджає максимальному використанню об'єму ферментера. На випарних стадіях відбувається осадження піни на внутрішній поверхні апаратів, що порушує тепловий баланс і асептичні вимоги до технологічного процесу.

Для руйнування бульбашок піни, запобігання утворенню піни і її виходу застосовують наступні способи – механічні, хімічні, фізичні і комбіновані. До цих способів відносяться:

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

1) вплив на піну фізико-хімічним способом: використання середовищ, що забезпечують зниження піноутворення, вилучення спінюючих речовин з рідини, додавання речовин, що зв'язують піноутворюючі компоненти в поверхнево-неактивні комплекси, додавання ПАР, що зменшують міцність плівок піни;

2) руйнування піни механічним і гідродинамічним способами: ударний вплив твердих поверхонь, вплив струмини рідини чи газу, сепарування піни інерційними, відцентровими та іншими методами, різка зміна тиску газу в піні, захоплення і руйнування піни потоками переміщуваної рідини;

3) акустичне піногасіння: вплив на піну коливаннями звукової і ультразвукової частоти;

4) електричний спосіб: використання короткого розряду, іскрового розряду чи імпульсної високої напруги внаслідок чого електричне поле послаблює і руйнує піну;

5) термічне піногасіння: вплив на піну гострою парою або нагрітою рідиною;

6) стабілізація рівня піни шляхом тимчасового зменшення подачі повітря, тимчасового припинення механічного перемішування, відведення надлишкової піни з апарата;

7) комбіновані способи.

Гідродинамічні, акустичні та інші способи піногасіння найчастіше використовують в лабораторних дослідженнях, при проведенні експериментів. В мікробіологічній, молочній і цукровій промисловості широко застосовують хімічні, фізичні, механічні і комбіновані способи піногасіння.

Найчастіше сучасні технологічні апарати виготовляють з пристроями піногасіння комбінованого способу дії та оснащують системою автоматичного керування піногасіння вмонтовану в АСКТП.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 628.336.3

ГРАНУЛЮВАННЯ КОМПОЗИЦІЙ З ЗАСТАРІЛИХ МУЛОВИХ ОСАДІВ ТА ТОРФУ

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

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

В Україні актуальною є проблема переробки та утилізації мулових осадів, які утворюються підчас процесу очищення на очисних спорудах стічних вод. Необроблені мулові осади протягом декількох десятків років зливаються переповнені мулові майданчики, що призвело до погіршення екології та умов життя в Україні [1]. Тому, метою роботи є дослідження переробки мулового осаду та створення гранул на основі композиції з осаду та торфу.

В роботі представлено процес гранулювання композиції з мулових осадів, яким декілька десятків років, та торфу. Дослідження по гранулюванню були з сумішей з застарілих мулових осадів вологістю 63% та торфу вологістю 75,13%. Композиції замішували при різних співвідношеннях. Після замішування композиції залишали на деяких час для усереднення.



Рис. 1. Композиція з застарілих мулових осадів та торфу

При різних співвідношеннях композиції мали вигляд як однорідної густої пасти, так і однорідної розсипчастої маси (рис.1).

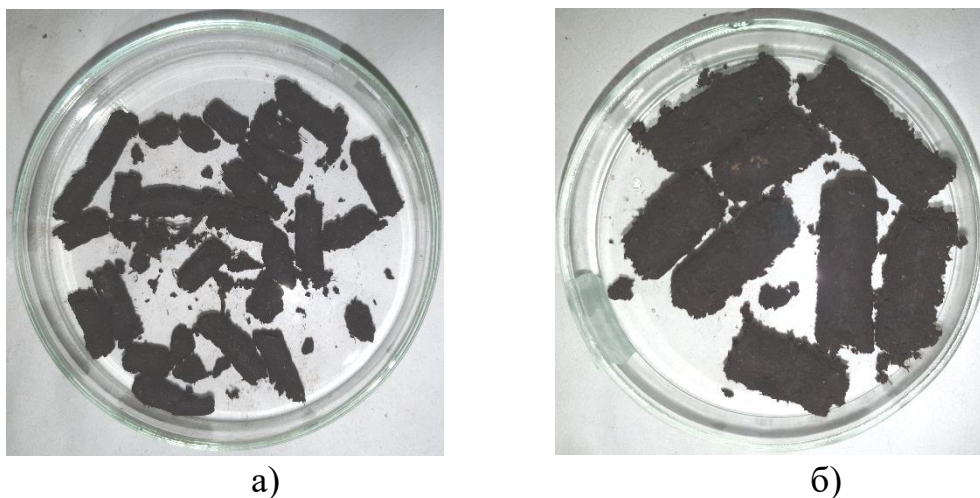


Рис. 2. Сформовані гранули: а) $d = 6$ мм; б) $d = 12$ мм

При гранулюванні було використано гідравлічний прес HLR – 12. Композиції сгранулювано під тиском 0,196 – 0,392 МПа. Гранули сформувані діаметром 6 мм та 12 мм з сумші зображеної на рис.1.. Сформовані гранули були тведими, при дотиках могли розкришуватись та не злипаються (рис. 2). Гранули діаметром 12 мм (рис. 2, б) мають не однорідну форму ніж гранули діаметром 6 мм (рис. 2, а).

Таким чином, дослідження показало, що при відповідному співвідношенні гранули погано зберігають форму, тому для подальших досліджень підібрано інше співвідношення.

Перелік посилань:

1. Сорокіна К.Б., Козловська С.Б. Технологія переробки та утилізації осадів. Навч. посібник. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 226 с.

UDC 66.081.63

МОДЕРНІЗОВАНА КОНСТРУКЦІЯ МЕМБРАННОГО МОДУЛЯ

student Shakhunov M.O., asistant professor, Ph.D. Hulienko S.V.,

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract:** The description of modernized design of membrane module with using novel kind of spacer is represented*

***Key words:** design, spacer, membrane modules*

***Анотація:** Наведено опис модернізованої конструкції мембранного модуля з використанням нового типу спейсера.*

***Ключові слова:** конструкція, спейсер, мембранні модулі*

В процесах мембранного розділення важливе значення мають гідродинамічні умови в мембранному модулі, які визначають інтенсивність масовіддачі, формування шару концентраційної поляризації та гідравлічний опір апарату [1]. Особливістю каналів мембранного модуля є наявність спейсера, який не лише забезпечує необхідну відстань між мембранами, а й забезпечує турбулізацію потоку [2].

Для забезпечення ефективної роботи модулів було запропоновано декілька удосконалених конструкцій модулів. Наприклад, в роботі [2] було запропоновано модуль зворотного осмосу, що містить сітку-сепаратор, яка має асиметричний діаметр у місцях перетину.

Така конструкція дозволяє дещо зменшити гідравлічний опір.

Недоліком цієї конструкції є недостатня турбулізація потоку.

В основу даної роботи поставлено задачу вдосконалити модуль зворотного осмосу, в якому б нове виконання сітки сепаратора забезпечило б

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

збільшення рівня турбулізації при збереженні низького значення гідравлічного опору.

Поставлена задача досягається тим, що в модулі зворотного осмосу, що містить центральну трубу з отворами для проходу пермеату, одну або більше зворотноосмотичних мембран, що накручені на центральну трубу, та сітку-сепаратор, що контактує зі зворотноосмотичними мембранами, згідно запропонованої конструкції, новим є те, що сітка-сепаратор виконана звитою, при чому частина ниток має хвилеподібну форму.

Таке виконання сітки-сепаратора дозволяє збільшити рівень турбулізації при збереженні низького значення гідравлічного опору.

Запропонована ідея може бути проілюстрована таким чином: на рисунку 1 представлений загальний вид модуля у напівскрученому стані, а на рисунку 2 представлений вигляд сітки-сепаратору, що пропонується.

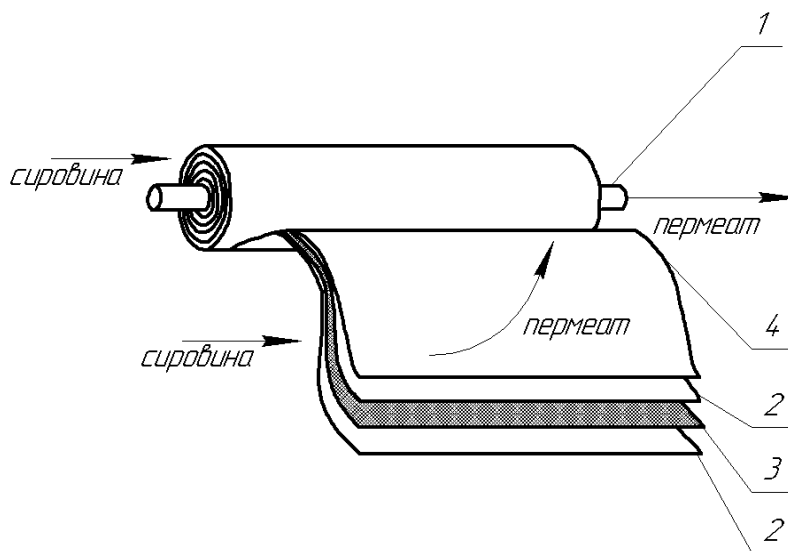


Рисунок 1 – Схема мембранного модуля

Модуль зворотного осмосу складається з центральної труби, що містить отвори 1, з осмотичних мембран 2, з сітки-сепаратора 3, з шару дренажного матеріалу 4.

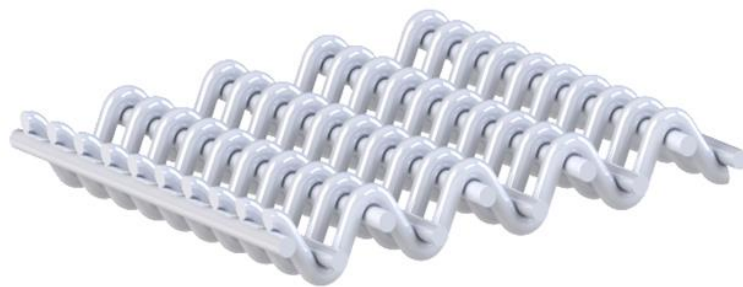


Рисунок 2 – Конструкція запропонованої сітки-сепаратора

Сировина потрапляє до апарату з торця модуля, розподіляється по каналах між витками мембран 2, утвореними стікою сепаратором 3. Частина речовини (пермеат) проходить через мембрану 2 і по дренажному матеріалу 4 рухається в центральну трубу 1. Інша частина (ретантат) видаляється з протилежного торці модуля.

Ефективність такої конструкції підтверджується CFD-моделюванням [4].

References:

1. Ghidossi R., Veryret D., Moulin P. "Computational fluid dynamics applied to membranes: State of art and opportunities", *Chemical Engineering and Processing*, 45, pp. 437-454. 2006.
2. Ahmad A.L., Lau K.K. "Impact of different spacer filaments geometries on 2D unsteady hydrodynamics and concentration polarization in spiral wound membrane channel", *Journal of Membrane Science*, 286, pp. 77-92, 2006.
3. Патент № 10 576422 В2, США МПК В01Д 61/10, В01Д 65/08 заявлений 26.07.2016, опублікований 06.04.2017
4. Шахунов М. О., Гулієнко С. В. Дослідження течії в каналі мембрани зі звитим спейсером методом CFD // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". — 2020. — №17.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 621.21

**SUBSTANTIATION OF THE PHYSICAL MODEL OF THE PROCESS
OF ISOTHERMAL MASS CRYSTALLIZATION OF MULTI-COMPONENT
LIQUID SYSTEMS ON SOLID PARTICLES**

post graduated student Hotskyi Y. G., associate professor, Ph.D Stepaniuk A. R.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. *The physical model of the process of isothermal mass crystallization of a multicomponent saturated aqueous solution of ammonium sulfate with impurities of organic and inorganic substances on solid particles is substantiated. The influence of the sorption process in the pores of the granule on the morphological structure of the granule is determined. It is established that the increasing of temperature leads to decrease size of ammonium sulfate crystals.*

KEY WORDS: *crystallization, dehydration, ammonium sulfate, impurities, granules*

АНОТАЦІЯ. *В ході аналізу зовнішньої та внутрішньої структури гранул обґрунтовано фізичну модель процесу ізотермічної масової кристалізації багатокомпонентного насиченого водного розчину сульфату амонію з домішками органічних та неорганічних речовин на твердих частинках. Визначено вплив процесу сорбції у пори гранули на морфологічну будову гранули. Встановлено, що підвищення температури призводить до зменшення приведенного розміру кристалів сульфату амонію.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *кристалізація, зневоднення, сульфат амонію, домішки, гранули*

The formation of composite multilayer granules is carried out using the granulation mechanism of heterogeneous liquid systems [1 – 3]. This mechanism provided by multi-cyclic stages of humidification of the initial center of granulation, formation and retention by sorption forces of the liquid phase in the pores of the solid particle, evaporation due to heat supply from the solid particle and gas coolant and mass crystallization of the solid phase in the supersaturated thin liquid film [3].

Previous studies have shown that the mass crystallization of saturated aqueous solutions of ammonium sulfate with impurities of organic matter and other components on surfaces with a porous structure at relatively high rates of dehydration is the formation of a stable framework of mineral salts containing organic and inorganic impurities [4].

Increasing the efficiency and intensification of the granulation process, the task is to ensure an effective process of mass crystallization of multicomponent liquid systems, which consist of mineral salts, organic impurities and other components.

Analysis of the outer surface of the granules indicates a developed porous structure in the form of a framework of mineral salts, in which impurities of humic compounds in the form of inclusions are embedded. The pore size is in the range from 50 to 200 μm . The presence of pores on the surface is due to the radial motion of the vapor phase during the evaporation of the solvent from the surface of the liquid film (Figure 1).

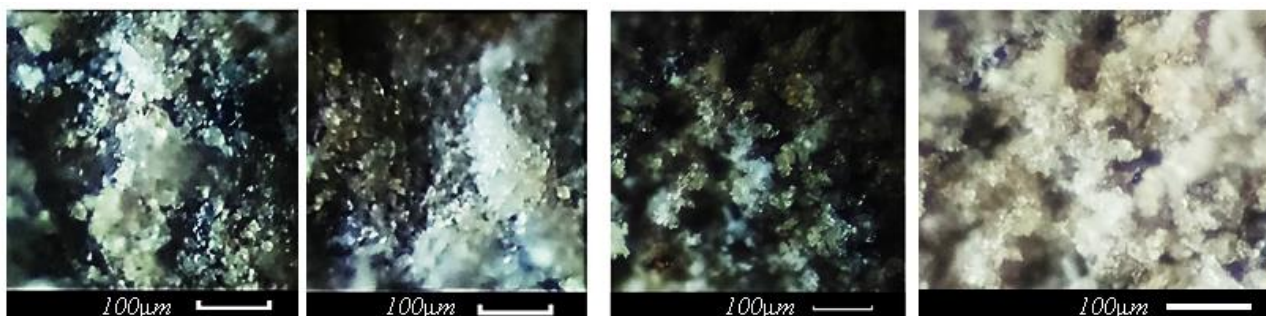
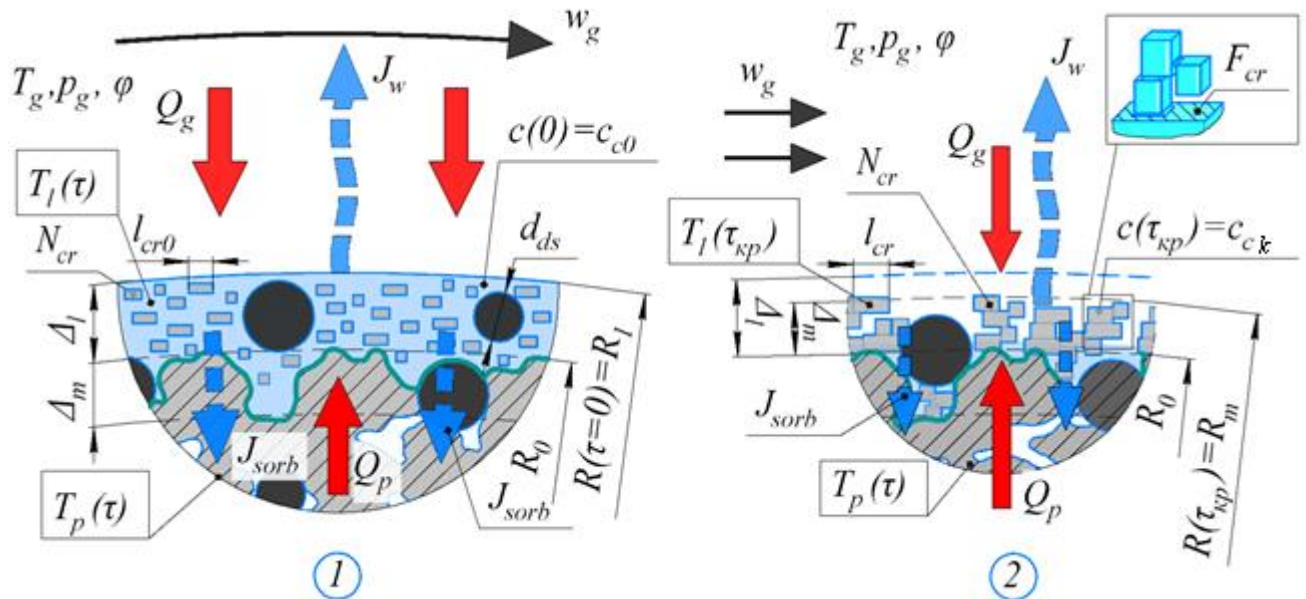


Figure 1 – Photomicrographs of the structure of ammonium sulfate granules with impurities of humic compounds, 135-fold magnification

The crystalline framework of ammonium sulfate is an array of discrete nuclei connected by crystalline bridges. This structure is explained by the multi-cyclic process of partial dissolution of the surface of microcrystals by new volumes of solution and agglomeration during crystal deposition. Analysis of the surface structure of the granules allows us to formulate a physical model of the process of isothermal mass crystallization, the scheme of which is shown in Figure 2.

The process of isothermal mass crystallization of multicomponent liquid systems perform on solid particles, which characterize by the initial radius of the granule R_0 . Formed liquid film with thickness Δ_l on the surface of the granules is gradually

absorbed into the pores, thus forming a mass flow J_{sorb} . The intensity of evaporation is characterized by the value of the evaporation rate J_w .



Q_g, Q_p – amount of heat from air and solid particles, W; l_{cr} – crystal size, m; N_{cr} – the number of crystal nuclei, $1/m^3$; R_0 – particle radius, m; d_{ds} – diameter of impurity inclusions, m; J_w – evaporation flow rate, kg / s; J_{cr} – crystal grow rate; $c(\tau)$ – concentration of solid matter in solution, kg s / kg sol; Δ_m – the thickness of the micro-layer, m; Δ_l – liquid film thickness, m

Figure 2 – Physical model of the process of isothermal mass crystallization of a solution with impurities on a solid particle

During the process of evaporation of the solvent from the aqueous mixture, the solid phase of ammonium sulfate crystals precipitates, and the thickness of the liquid film constantly decreases as the volume of the solvent decreases. The process of embryo deposition lasts for a certain period of time, after which the formed crystals grow and combine into a framework by means of crystal bridges.

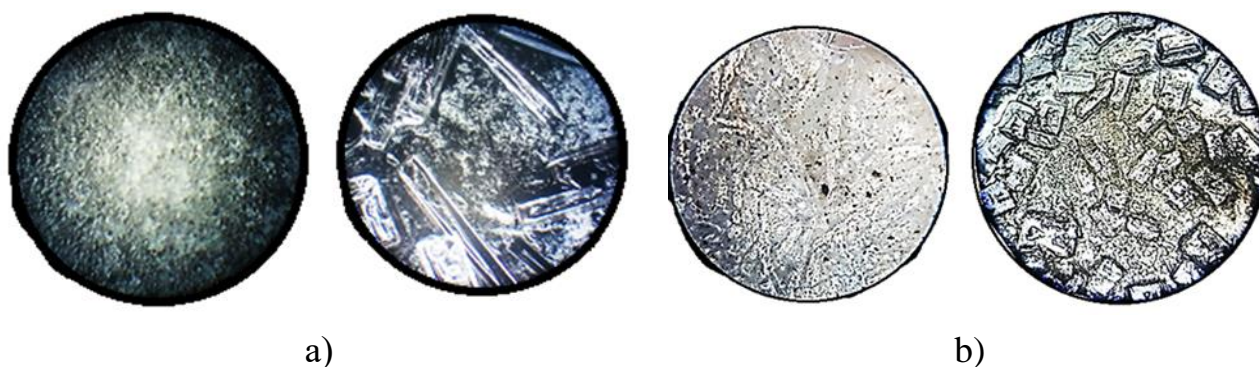
Aqueous solutions of ammonium sulfate with different concentrations of ammonium sulfate and impurities are used in the study of the mass crystallization process.

In the multicomponent liquid phase in which the phase transition of one or more components into the solid phase with an intensive decrease in the concentration of the solvent and an increase in the concentration of the solid residue. Moreover, there are

impurities in the solution that do not change phase and are placed in the form of solid dispersed particles. There are humic, bone meal, sunflower ash and other organic or inorganic compounds, which usually used for granular fertilizer.

Evaluating the influence of impurities on the mass crystallization process, concentration of impurities has effect on nucleation processes in a certain induction period of crystallization and the on the crystal growth. Therefore, impurities affect the physicochemical properties of the solution, namely its pH , viscosity and surface tension [5]. The presence of humic compounds and other organic matter in the solution usually increases its acidity ($pH = 3 - 6$), which depends on concentration. The small amount of impurities can strongly change the structure, size and forms of crystals.

In the figure 3 shows photomicrographs of an aqueous solution of ammonium sulfate at a magnification $\times 36$ on an optical microscope MBR-3. Studies were performed at temperatures of glass $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, on which the crystallized droplet of solution. During analyzing photographs, first of all attention is paid to the distribution of crystal sizes, their shape and structure.



a – industrial ammonium sulfate without the addition of impurities, at temperatures 80 and $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, concentration SA – 40 %;

б – ammonium sulfate with impurities of bone meal at temperatures 80 and $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, concentration SA – 40%, BM – 2%;

Figure 3 – Photomicrographs of the crystal structure of ammonium sulfate with bone meal at different temperatures

Increasing the temperature of the crystallization process leads to the formation of a dense crystalline structure of small crystals of ammonium sulfate with an irregular shape (Figure 3, a). Analysis of a crystallized drop of a saturated 40% solution of

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

ammonium sulfate with 2% bone meal at substrate temperature 80 °C crystals with an oblong shape are formed, and the size of the crystals is smaller than the size of the inclusions of bone meal (Figure 3, b). Crystallization of this solution at the substrate temperature 25 °C ammonium sulfate crystallizes from in the form of rectangular crystals, the size of the inclusions of bone meal (BM) is smaller than the crystals of ammonium sulfate (AS).

Conclusions. The influence of impurities on the process of mass crystallization is determined by the influence of concentration on the pH of the solution. During the experiments it was determined that with increasing temperature there is a decrease in crystal size, which is associated with high evaporation rates to achieve high degrees of supersaturation.

References:

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. № 47, Т. 1, с. 167-170.
2. Корнієнко, Я. М., Сачок, Р. В. Моделювання неперервного утворення азотно-гумінових добрив. *Вісник Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут. Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2014. №2, с. 23-28.
3. Kornienko, Y., Hayday, S., Liubeka, A., & Martynyuk, O. Kinetic laws of the process of obtaining complex humic-organic-mineral fertilizers in the fluidized bed granulator. *Ukrainian food journal*. 2016. № 5, Issue 1. P. 144-154.
4. Корнієнко Я.М., Мартинюк О.В. Ізотермічна кристалізація сульфату амонію з органічними домішками. *Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2011. № 2, (8). С.16-19.
5. Liu, X., Zhong, Q., Wang, J., Ji, X., Jia, Y., Xu, Y., & Li, L. (2011). Study on ammonium sulfate crystallization in the ammonium desulphurization process in a coal-based power plant in the petrochemical industry. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. 2011. № 33(22), p. 2027-2035.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

СУШІННЯ ШЛАМІВ КАЛЬЦІЄВОЇ СЕЛІТРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВИХ РЕСУРСІВ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Цюпяшук А.М., Костогриз К.П.

Інститут газу НАН України, м. Київ, Україна

При виробництві мінеральних добрив на зразок кальцієвої селітри лишається шлам з вологістю до 45 %, котрий можна застосовувати в сільському господарстві при залишковій вологості 2÷3%, тому його сушіння є актуальною проблемою. Шлам кальцієвої селітри нетоксичний та негорючий є сумішшю нітрату кальцію з глиною та піском. В разі гранулювання його у формі циліндричних гранул, розмірами не більше 5 мм на $\varnothing 5$ мм буде мати насипну масу 1500÷1700 кг/м³. Теплоносієм для сушіння гранул можна застосовувати "хвостові гази" апарату неконцентрованої азотної кислоти лінії виробництва мінеральних добрив з температурою 320÷350 °С.

Для сушки гранульованого шламу кальцієвої селітри проводився вибір відповідного обладнання. Даний матеріал має високі адгезійні властивості, що приводить до налипання в насадках барабанних сушарок, а застосування самоочисних лопаток призводить до руйнуванню гранул, тому даний тип апаратів в цьому процесі застосовувати не доцільно. Стрічкові сушарки мають мале питоме вологовідведення з решітки, нерівномірність заповнення стрічки за рахунок адгезійних властивостей матеріалу та великі габаритні розміри. Тому для сушіння шламу кальцієвої селітри доцільно використати апарат з псевдозрідженим шаром (ПШ), котрий має ряд переваг в даному випадку: високий коефіцієнт тепловіддачі до частинок матеріалу досягає 1000 Вт/м²·К, високе питоме вологовідведення з робочого об'єму апарату та його компактність.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Дослідження визначення часу сушіння шламу кальцієвої селітри проводились в апараті ПШ, в лабораторії відділу термічних гетерогенних процесів Інституту газу НАН України [1].

Дослідження проводились за методикою [1], температура термообробки матеріалу складала 310 °С, температура прокалювання матеріалу складала 310 °С, розміри фракції $d_{фр}$ вихідного матеріалу: 2,5 ... 3,0 мм; 3 ... 5 мм. Тривалість термообробки складала 1 ... 7 хв.

В результаті проведених досліджень було одержано залежність температури термообробки в псевдозрідженому шарі матеріалу (Т) від часу сушіння (t), котру представлено на рис. 1. Як видно з графіку частинкам $d_{фр}=2,5$... 3,0 мм достатньо двох хвилин перебування в ПШ для досягнення необхідних параметрів після сушіння. Різке підвищення температури в шарі цих частинок між першою та другою хвилиною свідчить про термоудар, який відбувається в ПШ за рахунок перемішування та високого коефіцієнту тепловіддачі до частинок матеріалу. Частинки $d_{фр}=3,0$... 5,0 мм, за рахунок їх більшого розміру отримують термоудар в ПШ розтягнутий в часі між третьою та п'ятою хвилинами термообробки. Для їх сушіння достатньо 5 хвилин перебування в апараті ПШ.

Варто відмітити, що лабораторна установка в принципі не призначена для обробки матеріалів з розмірами фракції 5 мм, тому матеріал $d_{фр}=3,0$... 5,0 мм знаходився в напівзрідженому стані. В даному випадку коефіцієнт тепломасообміну нижчий ніж в стані активного псевдозрідження, тому інтенсивність сушіння знижена, про що й свідчить розтягнутий на 2 хвилини термоудар в ПШ як це видно на рис. 1.

В результаті проведених досліджень можна відмітити наступне:

- матеріал не налипає на розігріті металеві поверхні апарату ПШ;
- не спостерігаються процеси агломерації частинок, незважаючи на велику кількість вологи, котра погіршує процес кипіння шару;

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

– при сушінні даного матеріалу утворюється 1-2 мас.% частинок розмірами

220÷350 мкм, ймовірно, в результаті пересихання та перетворення структури глиняної основи гранул, що супроводжується внутрішніми напруженнями.

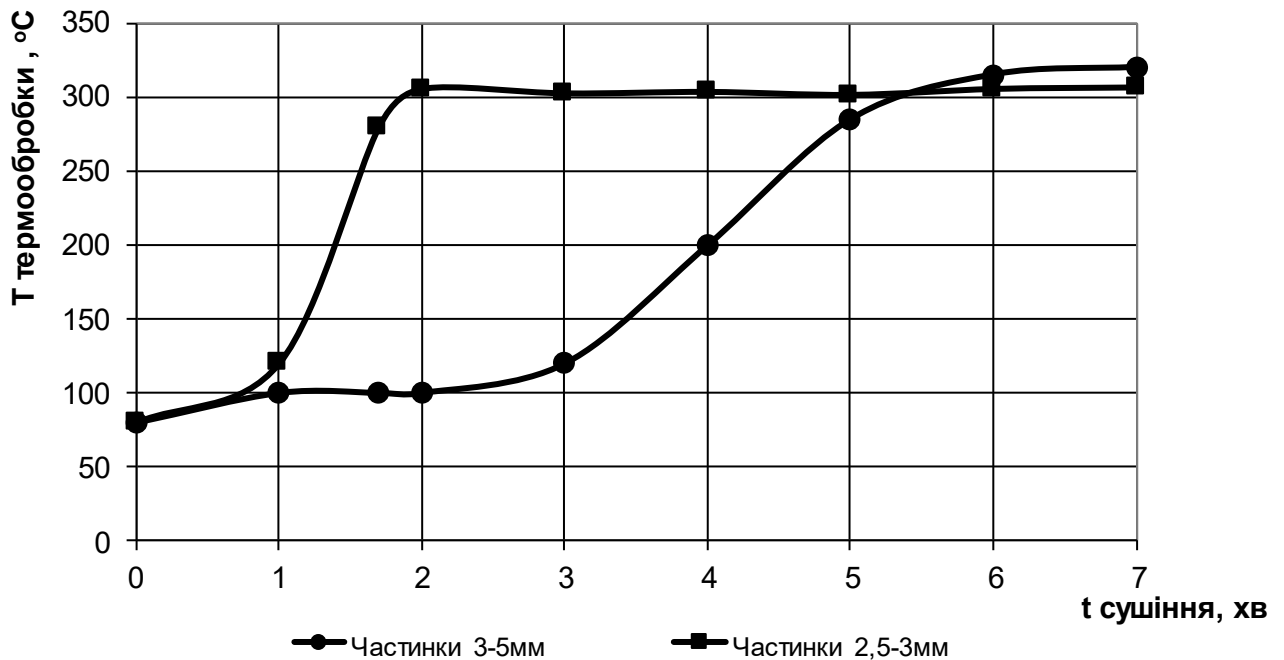


Рисунок 1 – Залежність температури термообробки в псевдозрідженому шарі матеріалу від часу сушіння

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

– час сушіння даного матеріалу $d_{\text{фр}}=5$ мм не перевищує 6 хвилин;
– з метою забезпечення рівномірного просушування всіх частинок гранульованого шламу кальцієвої селітри до заданої вологості – 2% доцільно застосовувати апарат з ПШ;

– для попередження проблем пов'язаних із слабким кипінням частинок при інтенсифікації процесів дегідратації необхідно збільшити час перебування

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

матеріалу в зоні сушіння вдвічі та організувати рівномірне розподілення вихідного матеріалу по поверхні шару в межах першої половини апарату;

– до лінії сушіння даного матеріалу необхідно включити обладнання для очистки відвідних димових газів від дрібнодисперсних частинок.

Перелік посилань

1. К.П. Костогриз, А.М. Цюпяшук, Ю.І. Хвастухін, С.М. Роман, Колесник В.В. Вплив технологічних параметрів термообробки на характеристики порожньотілих перлітових мікрокульок. – *Кераміка: наука і життя*, 2018, №2(39). – С. 19-27.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 613.8

**ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION PROCESS FOR FORMATION OF
GRANULAR ORGAN - MINERAL FERTILIZERS**

Student Iatsiuk I., associate professor, Ph.D. Stepaniuk A.

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky"

***ABSTRACT:** The approach to solving the mathematical model of the isothermal crystallization process for the formation of granular organo-mineral fertilizers is substantiated.*

***KEY WORDS:** PROCESS, ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION, GRANULATE ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS*

**ПРОЦЕС ІЗОТЕРМІЧНОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
ГРАНУЛЬОВАНИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

Яцюк І.О., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

***АНОТАЦІЯ:** Обґрунтовано підхід до вирішення математичної моделі процесу ізотермічної кристалізації для формування гранульованих органо-мінеральних добрив.*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПРОЦЕС, ІЗОТЕРМІЧНА КРИСТАЛІЗАЦІЯ, ГРАНУЛЬОВАНІ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРІВА*

It is known that to ensure the sustainability of soil fertility, it is more rational to use complex organic-mineral fertilizers.

Granular fertilizers are produced granulator fluidized bed. In such devices, the initial granule of the fertilizer passes through four technological zones, in which it is heated, irrigated with a solution, which in turn evaporates, forming a layer of the target component on the granule. In the production process, the processes of mass crystallization and evaporation play a decisive role [1].

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The process of isothermal crystallization at the macro level remains an unsolved problem. Due to the lack of understanding of the forces and phenomena influencing the process, it is impossible to develop the most effective granulator of fertilizers.

The aim is to improve the efficiency of the device claim fluidized bed layer by study structure layers on the surface of the granules during crystallization supersaturated aqueous solution of ammonium sulfate in the presence of impurities and the establishment forces and the parameters that influence the crystallization and growth of crystals that form the multilayer structure granules.

Consider the formation of a multilayer structure on the example of isothermal crystallization of a supersaturated aqueous solution of ammonium sulfate in the presence of non-organic soluble impurities.

The physical model of the process of isothermal mass crystallization of a thin film of heterogeneous liquid solution on the surface of a spherical solid particle of a given dispersed composition is shown in Figure 1. The driving force of the mass crystallization process is the difference between supersaturated and saturated solution concentrations.

The dry granules moving in the apparatus pass along the dispersant a to which the working solution is fed, the granules heated to a given temperature are moistened with a heterogeneous liquid phase.

When the saturation concentration is reached, nuclei of crystals of the basic substance that crystallizes begin to form in the film. When the liquid evaporates from a thin film of dispersed solution at each time a certain value of the concentration, which is characterized by a balance of the following factors: increasing the concentration of solute due to evaporation of the solvent, reducing the concentration due to diffusion of solute to the surface of crystal nuclei.

Thus, crystals grow in the thin film of the solution throughout its volume. The process of mass crystallization occurs isothermal conditions at very high

deviations from equilibrium states, so the isolation and growth of crystalline phase in largely obeys diffusion mechanism [2].

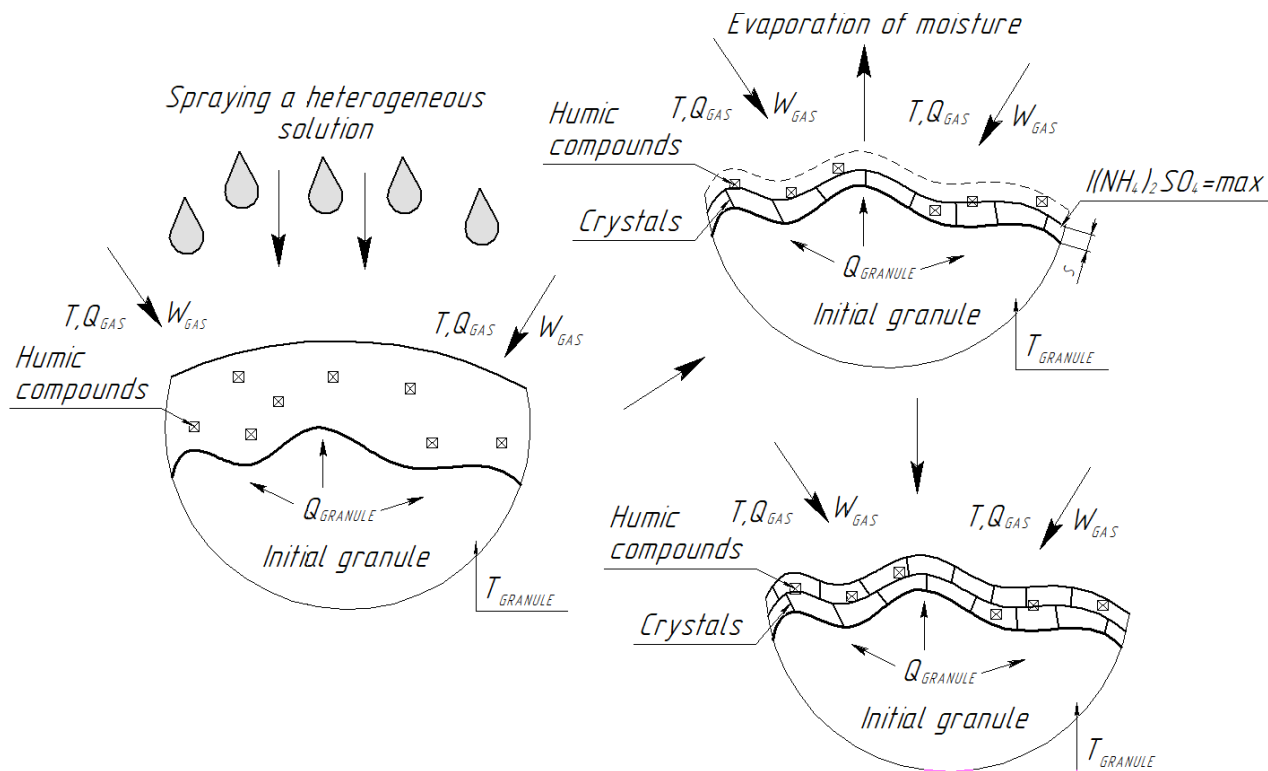


Figure 1. Physical model of crystal lattice growth in the presence of humates

The main such parameters are the concentration of soluble and insoluble components, the temperature of the process, the thickness of the dispersed film on a solid spherical particle [3]. The kinetics of the process of mass crystallization of heterogeneous aqueous mixtures containing soluble and insoluble components are also significantly influenced by the pH level, surface tension and viscosity of the solution.

There were wires of two experiments on three series to determine the pair so ditch that affect the process.

The first experiment of three series (Fig. 2 a, b, c) was performed at a temperature of $T = 80^{\circ}\text{C}$. Series a and c correspond to an alkaline medium in solution, b - to acid scrap. In the first series, the solution consisted of 60% water and 40% ammonium sulfate, without impurities. The pH level of the solution was

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

equal to 7, which corresponds to an alkaline environment. In the second series, the solution consisted of 60% water, 39.4% ammonium sulfate and 0.6% boric acid, the pH of the solution was 4, which corresponds to an acidic environment. In the third series, the solution consisted of 60% water, 39.4% ammonium sulfate and 0.6% ammonia (NH₃), the pH of the solution was 8, which corresponds to an alkaline environment.

All series were performed on glass and took different periods of time. The division in the photo of cases a, b, c corresponds to $1 \cdot 10^{-5}$ m. The structure of the crystals after the experiment is shown in Figure 2. The idea of adding boric acid and ammonia in the solution is to study the influence of pH on structure of crystals.

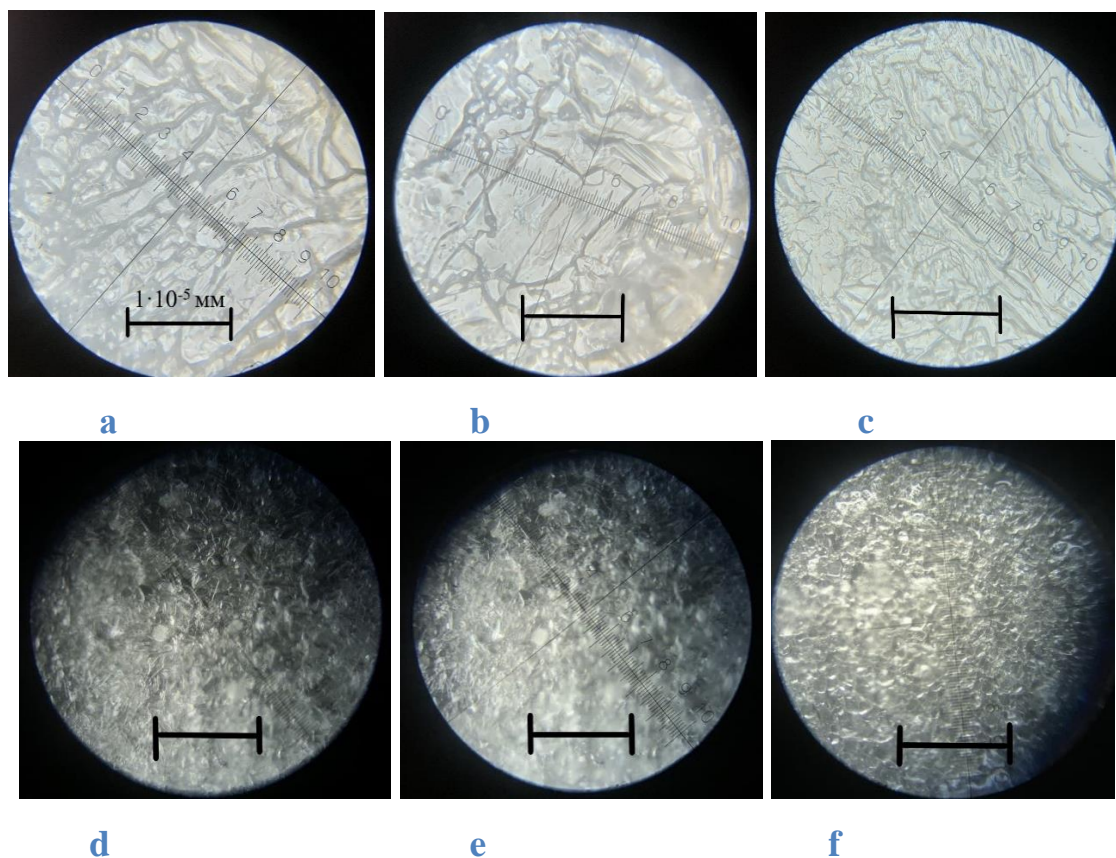


Figure 2. The structure of crystals of ammonium sulfate with the addition of various additives at a temperature $T = 80^{\circ}\text{C}$ (a, b, c) and at a temperature $T = 97^{\circ}\text{C}$ (d, e, f).

We see that in the cases a and c, which correspond to the alkaline medium in solution, the crystals have an elongated shape. When the pH level rises to 8, there is a more pronounced elongation and compaction of the crystal structure. In the case of b, which corresponds to an acidic environment, we see that the crystals become larger with decreasing pH, the density of the crystals also decreases. The crystals become larger in size and directed in different directions, while in an alkaline medium, the crystals decrease in size, but become orderly.

In series with alkaline solution, the average crystal size was 60-80 microns, and in series with acidic medium, the average crystal size was 80-100 microns.

Also, research conducted by the same content humates and level of pH, but the temperature was increased to 97°C.

Series d and f correspond to the alkaline medium in solution, and which e - acidic.

The division into photos of the cases d, e, f corresponds to $0.57 \cdot 10^{-3}$ m. As we can see, in all three series we have changes in the structure, location and shape of the crystals in comparison with the previous experiment. All photos show the fine-grained structure of crystals, which are closely adjacent to each other and are located on the surface in a dense, ordered layer. As in the past, we see in the experiment that in the case of e, which corresponds to an acidic solution, we observe larger crystals and a lower structure density in comparison with the alkaline solutions of cases d and f.

In A nother experiment in the series with an alkaline solution (figure 2 d, f) average crystal size composition AB 40-60 microns, and a series of e from the acidic environment of the average size of the crystals composed of 70-80 microns.

Drying in a series that corresponded to alkaline and acidic environments took different periods of time. Thus, for the first experiment, the time to complete evaporation of the liquid phase and the formation of crystals in experiments a and c was 300 and 350 seconds, respectively, while in experiment and b - 250 seconds. And in the second experiment, experiments d and f corresponding to alkaline solutions

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

were performed, respectively, 101 and 124 seconds before complete crystallization, and the experiment with an acidic solution gave a result of 92 seconds.

According to the authors [4], this may be due to the fact that solutions with an acidic environment have a lower viscosity than alkaline solutions.

Conclusion

It was an experiment and where found that with the increase of pH crystal size decreases randomness disappears of location.

The objective of this work is experimental rationale mathematical model of crystallization during formation of the granules and in machine and fluidized layer that most satisfies this process.

References:

1. Корнієнко, Я. М., Гайдай, С. С., Любека, А. М., & Турко, С. О. (2016). Гідродинаміка струменево-пульсаційного режиму псевдозрідження з направленою циркуляцією. *Міжнародний науковий журнал*, (5 (2)), 101-106.
2. Корнієнко, Я. М., & Мартинюк, О. В. (2011). Ізотермічна кристалізація сульфату амонію з органічними домішками. *вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*, 16.
3. [Electronic resource] <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32325>
4. [Electronic resource] <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook707/01/part-018.htm>

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

ОБҐРУНТУВАННЯ ДВУХСТАДИЙНОГО СУШІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОКАЛОРІЙНОГО БІОПАЛИВА

к.т.н., пр.н.с. Корінчук Д.М., д.т.н., пр.н.с. Сорокова Н. М.,

к.т.н., с.н.с. Дахненко В.Л.

**Національна академія наук України «Інститут технічної
теплофізики», м. Київ**

Біомаса, як вид альтернативного палива, у природному стані є складним об'єктом для енергетичного використання й має потребу в розробці технології для переробки в паливо. До теперішнього часу розвинена технологія брикетування, що підвищує об'ємну теплоту згоряння палива, робить його однорідним по гранулометричному складу, транспортабельним і здатним до тривалого зберігання [1]. Однак, такий вид палива, без додаткової обробки, має меншу калорійність, у порівнянні із традиційними видами й підвищеною зольністю, що викликало активний розвиток нових методів фізико-хімічної обробки сировини рослинного походження, засновані на процесах модифікації її структури. Найбільший інтерес викликає процес термічної обробки в інертному середовищі при температурах 180...300°C, яка приводить до зміни фізичних властивостей і хімічного складу сировини рослинного походження, для підвищення теплотворної здатності матеріалів й ефективності використання як паливо [2].

Тепловий вплив на рослинну сировину для біопалива, що складає з геміцелюлози, лігніну й целюлози приводить до диференційованого впливу на стан складових частин, наприклад, геміцелюлоза розкладається в температурному інтервалі 200...320°C, а лігнін губить свої властивості як матеріал, що забезпечує щільність і міцність біопалива. Остання обставина негативно впливає на нормативні вимоги, пропоновані до забезпечення транспортування, зберігання й подачі палива для спалювання [3].

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Тому актуальним є процес термічної підготовки дрібної сировини (з урахуванням фракційного складу), якому можна умовно розділити на велику або основну (теплову) фракцію й дрібнодисперсну. По своїх властивостях дрібнодисперсна фракція виконує роль природного сполучні для формування кінцевого продукту - гранул біопалива (пелет, брикетів). У силу цих обставин існує певне протиріччя: параметри, необхідні термічної обробки для підвищення теплотворної здатності біопалива (за рахунок основної, великої фракції) приводять до погіршення сполучних властивостей дрібнодисперсної фракції й навпаки - забезпечення властивостей по міцності кінцевого продукту не дозволяють підвищити його теплотворні характеристики.

Запропоновано використати процес селективний термічної обробки біосировини в технології виробництва біопалива. Для цього сушіння й термічну обробку матеріалу запропоновано проводити в барабанній сушарці у дві стадії за комбінованою схемою руху сушильного агенту із класифікацією матеріалу. Для можливості реалізації технології варто досліджувати вплив основних технологічних параметрів процесу.

На тривалість сушіння дисперсних матеріалів істотний вплив робить розмір пористих полідисперсних частинок. Щоб організувати їх ефективне до кінцевого вологовмісту і запобігти повної термодеструкції дрібної фракції пропонується сушіння у дві стадії при різних початкових параметрах теплоносія, які задавалися відповідно до технологічних можливостей установки. Графіки зміни температури T_c , парціального тиску пари P_{nc} і відносної вологості ϕ_c відносної вологості відносної вологості T і середнього вологовмісту W часточок біомаси визначаються з використанням чисельного методу [4] адаптованого для розрахунку динаміки тепломасопереносу, фазових перетворень й усадки при безперервному сушінні колоїдних капілярно-пористих тіл у барабанній сушарці на основі заданих даних про геометричні й теплофізичні параметри тіла, виходячи з початкових умов, початковій

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

температурі, вологості й швидкості руху сушильного агенту, адекватність якого підтверджується зіставленням результатів розрахунків й експериментальних даних.

Для визначення технологічних параметрів, найважливішим з яких є тривалості сушіння часточок біомаси різної фракції в барабанній сушарці, проведений розрахунок динаміки й кінетики сушіння часточок енергетичної верби, які становлять пористу дисперсну кулю товщиною, дорівнює діаметрам циліндричних часточок 5,6 мм (крупна фракція), 3 мм і 2 мм (дрібна фракція), який симетрично обмивається нагрітим газом. Пористість шару враховує рівномірне омивання газовим середовищем кожної часточки. Початкові значення температури й вологовмісту верби відповідно 20°C і 1,3 кг/кг. На початку першого етапу сушіння параметри сушильного агента задавалися наступними: температура T_c 200°C, тиск 103 кПа, парціальний тиск пари 1,6 кПа, швидкість - 4,5 м/с, продуктивність - 8 кг/с. Параметри енергетичної верби визначалися з експерименту й рівняли: вологовміст 1,3 кг/кг, температура 20°C. Зміна вологовмісту й температури часточок всіх фракцій у процесі зневоднювання на першому етапі, а також параметрів теплоносія по довжині барабана представлено на рис. 1. Тривалість знаходження часточки в барабані становить 4 хвилини. За цей час дрібна фракція досягає кінцевого вологовмісту 8 %, тоді як вологовміст великих часточок наближається до 50%. Досушування до рівноважного вологовмісту великої фракції дисперсної біомаси проводиться в другому барабані протягом 4 хв, у який подається сушильний агент із температурою 350 С и парціальним тиском пари 1,5 кПа. На рис. 2 представлено повний цикл зневоднювання великої фракції з урахуванням зміни параметрів теплоносія по довжині барабанів. Відповідний вибір початкових параметрів теплоносія забезпечує однакову тривалість першого й другого етапу сушіння.

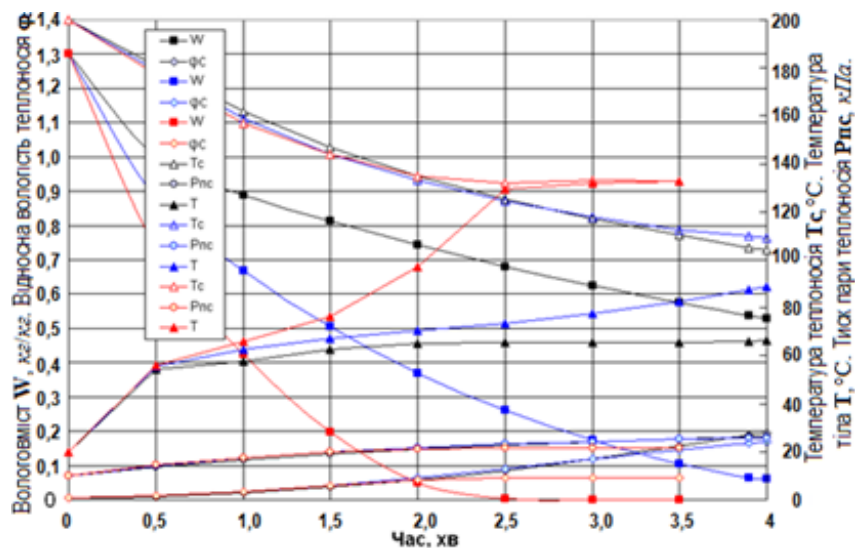


Рисунок 1. Зміна вологовмісту й температури часточок всіх фракцій у процесі зневоднювання на першому етапі, а також параметрів теплоносія по довжині барабанної сушарки.

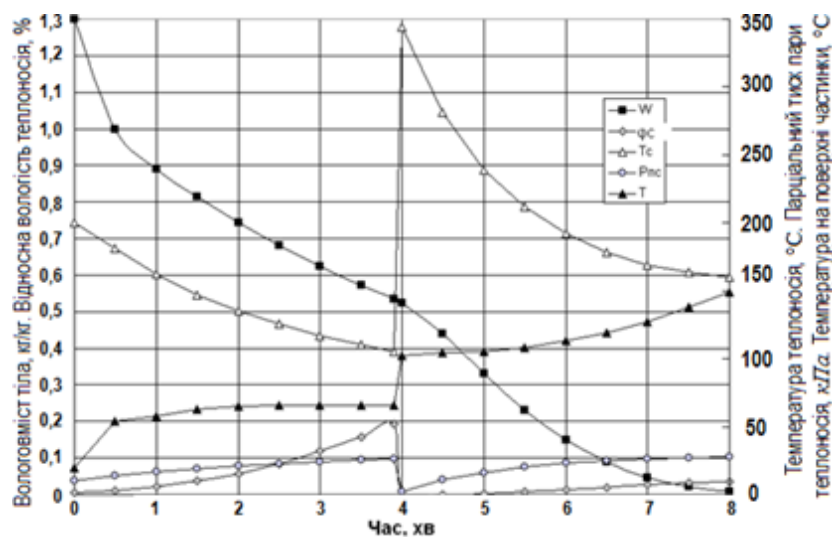


Рисунок 2. Зневоднювання великої фракції з урахуванням зміни параметрів теплоносія по довжині барабанів при двохстадійному сушінні.

Технологія передбачає виробництво висококалорійного біопалива у дві стадії сушіння й торефікації матеріалу за комбінованою схемою руху

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

сушильного агенту, що дає можливість зменшити витрати на виробництво кінцевої продукції.

Список літератури

1. Technology Roadmap - Biofuels for Transport. International Energy Agency. Retrieved from [электронный ресурс] — Режим доступа. — <https://webstore.iea.org/technology-roadmap-biofuels-for-transport>
2. Cardona C. A. Sanchez O. J. // Bioresource Technology.— 2007.— №98.— P. 2415.
3. Снежкін Ю. Ф., Корінчук Д. М., Михайлик В. А. Композиційні палива на основі торфу і рослинної біомаси: монографія. К.: Вид. Либідь. 2012. 211 с.
4. Сороковая Н.Н., Снежкин Ю.Ф., Шапарь Р.А., Сороковой Р.Я. Математическое моделирование и оптимизация процесса непрерывной сушки термолабильных материалов // Инженерно-физический журнал – 2019.—Т.92, №5 –С. 2218–2228.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 678.023

MELTING PROCESS IN A DISK EXTRUDER

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

Ph.D., Shved D.M

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

***ABSTRACT.** The equipment, which is mainly used in polymer extrusion, is considered and its efficiency is analyzed according to specific energy indicators.*

***KEYWORDS:** Extrusion, extruder, energy efficiency, power consumption.*

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ПРОЦЕСУ 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.** Розглянуто обладнання, яке в основному використовується при екструзії полімерів та проаналізовано його ефективність по питомим енергетичним показникам.*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Екструзія, екструдер, енергоефективність, споживання енергії.*

Polymer composite materials are usually materials that are derived from two or more components that need to be evenly distributed in the melt. Single-screw extruders are mainly used for this purpose.

In works [1-3], the electricity consumption of a single screw extruder was considered, which was conditionally divided into zones in which different parameters were measured.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The effects of barrel temperature settings, water cooling, and screw speed on energy efficiency were then investigated based on the proposed monitoring methods. It has been found that lower barrel heating temperature, higher water cooling temperature, and higher screw will lead to lower specific energy consumption. However, the screw speed has the most significant impact on overall energy consumption. Also the high energy efficiency does not mean better melt quality, the effects of barrel heating, water cooling, and screw speed on the melt viscosity need to be further investigated to provide substantial guidance on operating point optimization [1].

Authors [2] discussed the effects of screw speed and barrel temperatures on the die melt temperature profile. The screw speed was identified as the most critical parameter affecting the extruder motor power consumption while the barrel set temperatures also show a slight effect. In this work, a thermocouple mesh technique is used to measure the temperature profile of the melt flow prior to die entry and it was found that temperature variations increased as screw speed increased. Of the barrel zone temperatures, the effects of the feed zone temperature was more significant than other three zones.

The results of numerical investigations show that no more than 90% of the electric power consumed by the extruder motor is consumed to overcome the viscous forces of the polyethylene melt, while the motion of the polymer material and pressure injection use under 10%. The casing of the extrusion machine operates in the mode of heat rejection practically throughout the whole length, apart from the initial portions at the loading area. During design of plasticizing extruders, it is necessary to account for the obtained regularities of power consumption to provide the extruder casing with an effective system of heat rejection [3].

Despite a relatively low pressure (3-7 kg/cm²) developed by these machines, they have a number of valuable advantages. These include a good distribution of dyes in the mas being processed and a good homogenization of the metal, work with a

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

short residence time in the mastication chamber, are simple in design and small in size (screw extruders occupy 2-3 times more floor space than disc extruders). It was calculated power consumption of disc extruders and it was found extruder drive horsepower (as a function of disc size and speed) [4].

Although the power consumption of a single screw extruder is relatively insignificant, the use of electricity can be reduced by using a disk extruder for processing polymer compositions [5], which melting occurs due to dissipation energy, which leads to lower specific energy consumption, as well as constant productivity, thanks to the dosed power supply, gives the chance to control flexibly thermo-mechanical loading on a melt and its quality by means of change on $\pm 20-25\%$ of size of turns of a disk and a disk backlash.

References:

1. Jing Deng та інші, (2013), Energy consumption analysis for a single screw extruder, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 533-540
2. Chamil Abeykoon et al., (2010), Modelling the effects of operating conditions on motor power consumption in single screw extrusion, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 9-20
3. A. G. Shcherbinin, A. E. Terlych, and E. V. Subbotin, (2012), Extruder power consumption, Russian electrical engineering, 609-612
4. Yu.G., Ostapchuk, N.K. Zhuk, (1969), Calculation of the output and consumption of disc extruders, Khimicheskoe i Neftyanoe Mashinostroenie, 602-604
5. Швед М.П., Швед Д.М., Бояркін О.О., (2017) Розплавлювач-гомогенізатор розплавів полімерів на базі дискового екструдера, Молодий вчений, 769-771

UDC 678.023

**RESOURCE AND ENERGY SAVING PROCESS AND EQUIPMENT
FOR EXTRUSION OF THERMOPLASTICS**

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

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky"

***ABSTRACT:** Replacement of metal material with plastic can significantly reduce the cost of the product. This leads to the rapid development of new types of polymers and methods of their processing. One of the main methods of processing thermoplastics is thermomechanical, and the most common method is extrusion.*

***KEY WORDS:** plastic, thermoplastic, extrusion, gear pump, homogenization.*

Extrusion is a continuous process of transferring a material from a solid to a viscous state, followed by forcing the melt through a die, the profile of which determines the configuration and geometric dimensions of the product.

One way to save resources and energy during thermoplastic extrusion could be to reduce the tolerances on the geometric dimensions of the products. Studies and analysis of single-worm extrusion processes have shown that the dosing zone of the extruder is significantly sensitive to pressure ripples, which occur due to instability of processes in the previous melting and supply zones, which leads to fluctuations in productivity, which is the main reason for products. Eliminating productivity ripples would reduce tolerances, which would significantly save thermoplastics and energy, as well as reduce the burden on the environment by reducing the amount of raw materials that need to be disposed of. Another way to improve the extrusion process is to create cascade extrusion schemes, when the whole process is divided into separate operations with the possibility of autonomous control [1]. This approach allows you to: - flexibly manage the extrusion process;

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

- expand the range of recycled materials;
- save energy due to the ability to autonomously select rational modes for individual operations.

Analysis of known cascade extrusion schemes shows that in the first stage, as a rule, an extruder is used, which has a high plasticizing and mixing effect [2]. In the second stage, a worm extruder or a gear pump is used to dispense the melt. Based on the analysis of literature and patent materials, a scheme of cascade disk-gear extrusion with the use of a disk extruder with a metered supply as a melt generator is proposed, and a gear pump is used to create pressure and melt dosing. Theoretical and experimental proof requires the assumption that the use of such a cascade scheme in technological lines for polymer extrusion allows you to purposefully control the extrusion process and set the optimal modes of selected operations. Melting and homogenization in such an extruder will take place at high shear rates and relatively low pressures with the possibility of regulating the thermomechanical load on the melt due to the possibility of changing the speed of rotation of the worm-disk part. Controlled dispersive mixing will take place in the disk zone due to the possibility of changing the size of the working gap at a constant productivity. Cascade extrusion schemes make it possible to increase productivity by 30–50% by optimizing processes and the possibility of redistribution of power between cascades, while improving product quality and improving specific performance [3]. The use of a gear pump to create pressure and melt dosing will save up to 4% of thermoplastic and energy by reducing the tolerances by geometric dimensions.

References:

1. Rauvendaal K. Extrusion polimerov / per. c English, ed. A.Y. Malkyn. St. Petersburg : Professional, 2006. 768 p., ул.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

2. Shved D.M. Worm-gearing extruder in the processing of polymeric materials / M.P. Shved, D.A. Stepaniuk, D.M. Shved // International Scientific Journal "Science Rise" – 2015. – No3/2 (8) – P.31–34.
3. Lutsenko I.V. Advantages of using cascading circuits and dosing gear pumps in polymer extrusion / I.V. Lutsenko, D.M. Shved, M.P. Shved, A.S. Bogatyr // International Scientific Journal "Technological Audit and Production Reserves". – 2013. – No1/2(9). – P.21–25

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 636.085.55:636.52.58

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ВОЛОГИ ПІД ЧАС ЕКСТРУЗІЇ ЗЕРНОВИХ НА ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ОТРИМУВАНОГО ЕКСТРУДАТУ

д.т.н., с.н.с. Іваницький Г.К., к.т.н., с.н.с. Целень Б.Я.,

к.т.н., с.н.с. Радченко Н.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***Анотація:** Наведено результати експериментальних досліджень обробки зерна в екструдері, зокрема, дослідження впливу початкового вмісту вологи в зерні на фракційний склад отримуваного гранульованого екструдату.*

***Ключові слова:** екструдер, екструдат, зерно.*

***Abstract:** The publication presents the results of experimental studies of grain processing in the extruder. In particular, the effect of moisture in the grain on the fractional composition of the obtained extrudate.*

***Keywords:** extruder, granules, grain.*

Одним із ключових показників якості екструдованих зернових продуктів є однорідність розмірів отримуваних гранул, яка напряму залежить від початкової кількості вологи в зерні та в подальшому також визначає температуру процесу, тиск і час перебування частинок в каналі екструдера. Тому для отримання однорідності структури і розміру гранул екструдату необхідно підбирати оптимальний початковий вологовміст в зерні, що і стало основним завданням.

Експерименти проводились на екструдері Е-250 для діапазону початкового вмісту вологи в зерні від 9 до 15% виходячи з рекомендованої температури обробки зерна в екструдерах та на основі попередніх даних отриманих нами, що збільшення початкової кількості вологи в зерні на 1% знижує температуру процесу приблизно на 10⁰С.

Результати показали, що при початковому вмісті вологи в зерні від 9 до 11% переважна більшість отримуваних гранул, а це 70% має розміри до 1мм.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Решта гранул мають розміри від 1 до 3мм (27%) і більше 3мм (3%). Подальше підвищення початкового вмісту вологи в зерні до 12...13% показало перерозподіл фракцій в сторону зростання розміру гранул, зокрема, зменшилась до 40% фракція гранул з розміром до 1мм. і зросло до 50% число гранул з розміром від 1 до 3мм. При цьому, фракція гранул від 3 до 5мм збільшилась з 3% до 10%. Такий перерозподіл можна пояснити зменшенням сил тертя через надлишок вологи та скороченням часу їх перебування в екструдері. Наступне підвищення кількості вологи до 14...15% показало подальше зниження до 30% фракції гранул розміром до 1мм та зменшення до 38% фракції від 1 до 3мм. При цьому, суттєво зросла кількість гранул розміром від 3 до 5мм. та склала вже 32%. Характерною також стала поява невеликої кількості агломератів, яку можна пояснити надлишком вологи під час обробки та поява залишків не подрібненого зерна, що можна пояснити суттєвим скороченням часу обробки та зменшенням сил тертя.

Висновки. В ході проведених експериментів було визначено, що чим менша початкова кількість вологи в зерні, тим більше переважають фракції гранул до 3мм. Збільшення кількості вологи веде до зростання фракції частинок екструдату 3...5мм. та появи агломератів і залишків неподрібнених частинок зерна, які не пройшли достатню термічну обробку. Тому для отримання однорідної структури екструдату до 1мм. рекомендовано початковий вміст вологи в зерні від 10...11%, а для отримання фракції до 3мм – 12...13%.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 664.8.047

DEVELOPMENT OF HEAT TECHNOLOGY FOR OBTAINING APPLE SNACKS

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

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

The influence of different methods of heat-and-moisture treatment of apples on the drying process is determined and the dehydration regimes are established, the value of Rebinder's number is calculated, the duration of the process is determined by Krasnikov's method, heat technology of apple snacks is developed.

Key words: *apple snacks, convective drying, the Rebinder number, the method of Krasnikov V., recoverability.*

Визначено вплив різних способів тепловологої обробки яблук на процес сушіння та встановлено режими зневоднення, розраховано значення числа Ребіндера, визначено тривалість процесу методом Краснікова, розроблено теплотехнологію одержання снєків із яблук.

Ключові слова: *яблучні снєки, конвективне сушіння, число Ребіндера, метод Краснікова В.В., відновлюваність.*

A new form of dried products for Ukrainian consumers is fruit and vegetable snacks. Fruit or vegetable snacks are thin lamina of fruits or vegetables obtained without frying. Fruit or vegetable snacks obtained by drying to low residual moisture. Their characteristic is the lack in the composition of cholesterol, carcinogens and more.

The purpose of the work is to intensify the heat and mass transfer during convective drying of apples while creating energy efficient heat production technology for snacks.

Objects and methods of research. Objects of research were Renet Simirenko apples. Apples dehydration was carried out by the method of convective drying to a residual moisture content of no more than 6%. The duration of the apples' stay in a medium of a certain temperature and moisture content was monitored; the apples

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

temperature in the course of drying process did not exceed the maximum permissible temperature of 60 °C for thermally unstable raw materials. Drying experiments and the evaluation of apples quality were performed according to standard procedures.

Results. The paper analyzes the influence of different methods of pre-treatment of raw materials before drying (steam treatment, treatment in solutions of citric acid and sugar syrup) on the dehydration process during the production of snacks. The calculation of the duration of drying apples by the method Krasnikov V. The values and dependences of the Rebinder Rb number on the moisture content of the sample for stationary and stage dehydration regimes were calculated. Numerical modeling of the process of drying apples during the production of snacks is carried out in the work. Physico-mathematical models are built for a layer of a colloidal capillary-porous body in the form of an unlimited plate, the thickness of which is much smaller in length.

Analysis of modes and methods of pre-treatment of raw materials on drying kinetics and the organoleptic finished product showed that examined treatments provide a high degree of colour preservation of raw materials and accelerating the kinetics compared to untreated samples. We determined the optimal parameters of the drying agent and developed the stage-wise dehydration modes resulting in 20% reduction of process duration and providing high degree of preservation of pectin and other bioactive substances in snacks.

Conclusions. On the basis of generalization of the results of experimental studies, energy-efficient thermal technology of obtaining snacks was developed, which is based on the method of rapid convective drying of scalded by steam apples in the modes of stage dehydration. Unlike the world's developments, the technology involves the production of natural snacks without artificial preservatives and fillers with the maximum degree of preservation of natural components of raw materials, the recoverability of which is 85%.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 57.081.

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

доц., к.т.н. Рубльов А.В.¹, к.політ.наук. Вольф О.О.², с.н.с. Величко Н.М.³

¹**Національний транспортний університет**

²**Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика**

МОЗ України

³**Інститут геронтології ім.Д.Ф.Чеботарьова НАМН України**

З ускладненням життєдіяльності людства все більше виникає потреба в безпечному прогнозуванні не тільки механічних процесів та циклів, але і у взаємодії індустріального виробництва з екосистемами довкілля. Вже з середини минулого сторіччя в самих різних областях людської діяльності широко застосовуються математичні методи моделювання, завдяки яким виникли нові дисципліни, які вивчають математичні моделі відповідних об'єктів і явищ, а також методи дослідження цих моделей. Математичне моделювання являє собою систему математичних виразів, що описують властивості, взаємозв'язки, структурні та функціональні параметри об'єкта моделювання, в ролі якого може розглядатися рівень екологічності виробничих процесів, їх вплив на життєдіяльність або здоров'я людини, і також перспектива їх зміни внаслідок техногенної діяльності. Всі сукупності підрозділяють на контрольовані ознаки, що впливають на систему, і ознаки-відгуки, що характеризують стан системи, що вивчається.

Основні етапи математичного моделювання включають:

- побудова моделі, яка передбачає наявність комплексу знань про об'єкт-оригіналі.
- розробка алгоритмів і чисельних методів рішення задачі за допомогою обчислювальної техніки при заданій точності

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

- модифікацію моделі або процес ускладнення моделі, для її адекватності дійсності, або її спрощення заради досягнення прийняттого рішення
- інтерпретацію отриманих слідств з математичної моделі (перенесення знань з моделі на оригінал).

Знання про моделі повинні бути скоректовані з урахуванням тих властивостей об'єкта-оригіналу, які не знайшли відображення або були змінені при побудові моделі;

Слід зазначити, що процес моделювання є циклічним, це означає, що за першим п'ятиетапний циклом може відбутися другий, третій і т. д. При цьому знання про досліджуваний об'єкт розширюються.

Таким чином, в екології метод моделювання є засобом, що дозволяє встановлювати більш глибокі і складні взаємозв'язки між теоретичними відомостями та інформацією, отриманою в ході експериментів. Це дозволяє практичні аспекти застосування методів ймовірно-статистичного моделювання при прогнозуванні техногенної життєдіяльності, прийняття як технологічних, медичних так і соціальних рішень по стратегії і тактиці, вивченні міжсистемних взаємодій в організмі людини при дії факторів довкілля.

1.Castiglione F., Piccoli B. Cancer immunotherapy, mathematical modeling and optimal control // J. Theor. Biol. 2007. Vol. 247, N 4. P. 723–732.

2. Liu W., Hillen T., Freedman H. I. A mathematical model for M-phase specific chemotherapy including the G0-phase and immunoresponse // Math. Biosci Eng. 2007. Vol. 4, N 2. P. 239–259.

3. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. – Спб: Питер, 2001. 480 с.

4. Булах І.Є., Лях Ю.Є., Хаїмзон І.І. Медична інформатика. Вінниця. Друкарня ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2006. 104 с

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 661

**MODERNIZATION OF THE CONDENSATION AND COMPRESSION TYPE
GAS FRAKING INSTALLATION**

associate professor, Ph.D. Stepanyuk A.R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***ABSTRACT.** The condensation-compression gas fractionation unit for the separation of saturated hydrocarbons is considered. The directions of modernization of the installation are suggested*

***KEY WORDS:** GAS FRACTION, SEPARATION, SATURATED HYDROCARBONS, PLANT MODERNIZATION*

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦІЮВАННЯ
КОНДЕНСАЦІЙНО-КОМПРЕСІЙНОГО ТИПУ**

к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

***АНОТАЦІЯ.** Розглядається установка газофракціювання конденсаційно-компресійного типу для розділення насичених вуглеводнів. Запропоновано напрями модернізації установки*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ГАЗОФРАКЦІЮВАННЯ, РОЗДІЛЕННЯ, НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ, МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ.*

Petroleum gases are a mixture of gaseous hydrocarbons - from C₁ to C₄ which are separated by different boiling points of hydrocarbons [1].

The technological scheme of the installation of gas fractionation of condensation-compression type for the separation of saturated hydrocarbons is shown in Figure 1 [1].

Condensation-compression type gas fractionation unit for separation of saturated hydrocarbons consists of the following main parts:

- block separation of the mixture into liquid and gaseous fractions;
- liquefaction fraction of gaseous fraction;
- block of division of gases into individual gases.

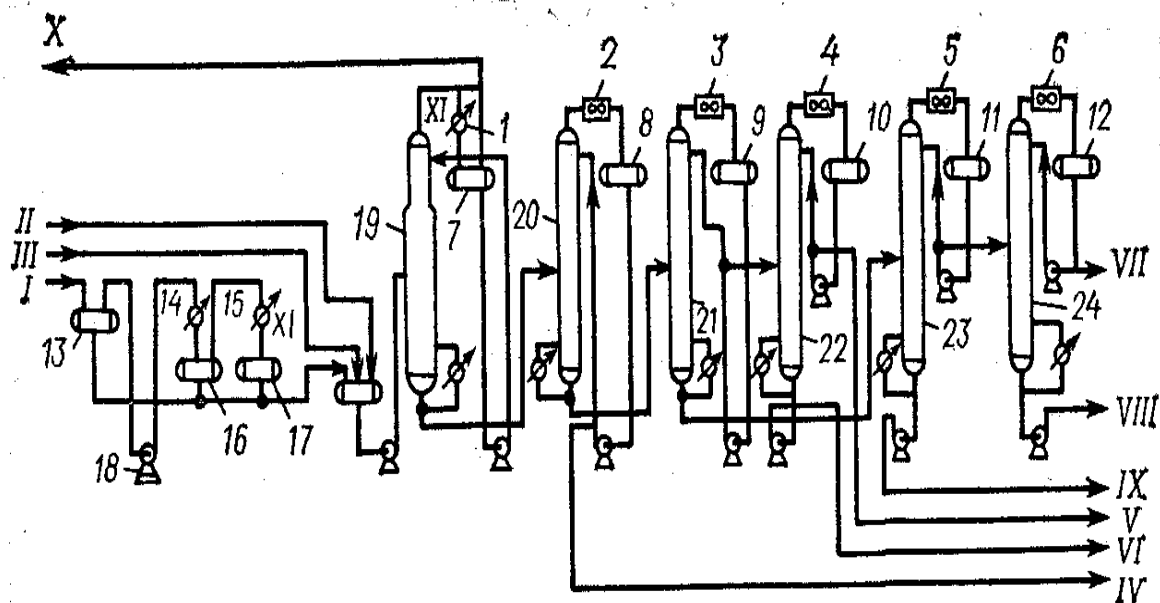


Figure 1 - Gas fractionation unit of condensation-compression type:

1–6, 14, 15 condensers-refrigerators; 7 –12 capacities; 13, 16, 17 separators; 18 – compressor; 19–24 columns; And - gas of AT and AVT installations; II - head stabilization of AT and AVT; III - head of catalytic reforming stabilization; IV - propane fraction; V - isobutane fraction; VI - butane fraction; VII - isopentane fraction; VIII - pentane fraction; IX - fraction C6 and above; X is dry gas; XI - ammonia.

Raw materials through the separator 13 are fed: in liquid form to the collector; gaseous through the compressor 18, ammonia refrigerators 14,15 and separators 16,17, in the liquefied state also to the collection. The head of stabilization of AT and AVT units and the head of stabilization of catalytic reforming are also submitted here. The mixture is fed to the distillation column 19. From the upper part is selected methane fraction, which is partly fed to the warehouse, and partly after compression

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

and cooling, is used as irrigation of the upper plate of the column. VAT residues are fed to the column 20 (propane column), part of the VAT residues through the steam generator are fed under the lower plate. From column 20 (propane fraction), 21 (isobutane fraction), 22 (butane fraction), 23 and 24 work in the same way. In addition, the 19th column uses ammonia as a refrigerant, while the others have air refrigerators.

The purpose of the work is to modernize the fractionation absorber.

References:

Природний і супутний нафтовий газ . – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://vseosvita.ua/library/prirodnij-i-suputnij-naftovij-gaz-48313.html>.

Справочник нефтепереработчика / Г. А. Ластовкин, Е. Д. Радченко, М. Г. Рудин – Ленинград: Химия, 1986. – 648 с.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 66.021.4, 678.027.2, 676.056.71, 66.011

**NUMERICAL METHODS IN THERMAL CALCULATION OF
A CALENDER FOR POLYETHYLENE PROCESSING**

graduate student Podiman G., master student Rudnytskyi B.,

Senior Lecturer, Ph.D. Dvoinos Y

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

ABSTRACT: *The regularities of the process of non-stationary cooling of polyethylene sheets were analyzed, the boundary conditions and technological limitations were formulated, the physical model of the cooling process of the sheet on the shafts and in the gaps of the calender was proposed, the necessary assumptions were made.*

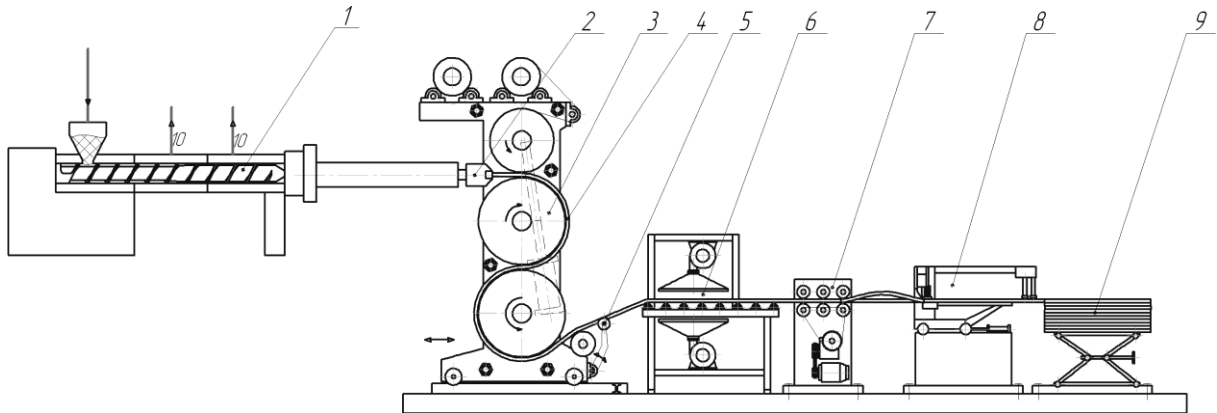
KEYWORDS: *non-stationary heat transfer, numerical simulation, polyethylene sheet.*

АНОТАЦІЯ: *Проаналізовано закономірності процесу нестационарного охолодження листів з поліетилену, сформульовано граничні умови та технологічні обмеження, запропоновано фізичну модель процесу охолодження листа на валах та в зазорах каландру, зроблено необхідні припущення.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *нестационарний теплообмін, чисельне моделювання, лист з поліетилену.*

The technological scheme of extrusion of sheets of high density polyethylene (HDPE) is shown in Figure 1. The main parameters of the quality of polyethylene sheets include the stability of geometric dimensions, flatness, smooth edges and surface roughness. The technological limitations of the calendaring process include the condition of the sheet coming out of the calender in the presence of a middle layer of melt, or an average sheet temperature of at least 125 °C, which determines the flatness of the sheet with subsequent cooling and glazing in a flat state on the roller conveyor.

An example of a method for numerical solution of the problem of nonstationary thermal conductivity during cooling and heating of HDPE sheets during calendering [1] was used to calculate and analyze temperature fields when calendering HDPE sheets.



1 – extruder, 2 – forming head, 3 – calender, 4 – letter with polymeric material, 5 – device for cutting edges, 6 – roller conveyor sheet cooling, 7 – traction device, 8 – longitudinal device cutting, 9 – stacking device, 10 – coolant flows

Figure 1 – High Density Polyethylene Sheet Production Line

The physical model of the process of cooling the sheet in the calender is presented in Figure 1.

The letter from HDPE in the physical model is conditionally expanded, the following assumptions are made:

1. the thickness of the sheet is much smaller than the diameter of the shafts of the calender, so the orthogonal coordinate system is used;

2. the transition of the melt from the initial thickness of the workpiece S_0 to δ occurs with a linear velocity πDn (the melt does not slip on the shaft), where n is the frequency of rotation of the calender shafts;

3. the thermal conductivity of HDPE is much less than the thermal conductivity of the shaft material, so the temperature of HDPE at the point of contact with the shaft is equal to the temperature of the shaft;

4. reduction of sheet thickness in the second gap does not occur;
5. energy dissipation in the gaps does not affect the temperature fields in the melt;
6. heat transfer along the sheet due to thermal conductivity is absent;
7. the width of the sheet is much larger than the thickness, so the model of the cooling process is simplified to one-dimensional, without heat transfer across the sheet.

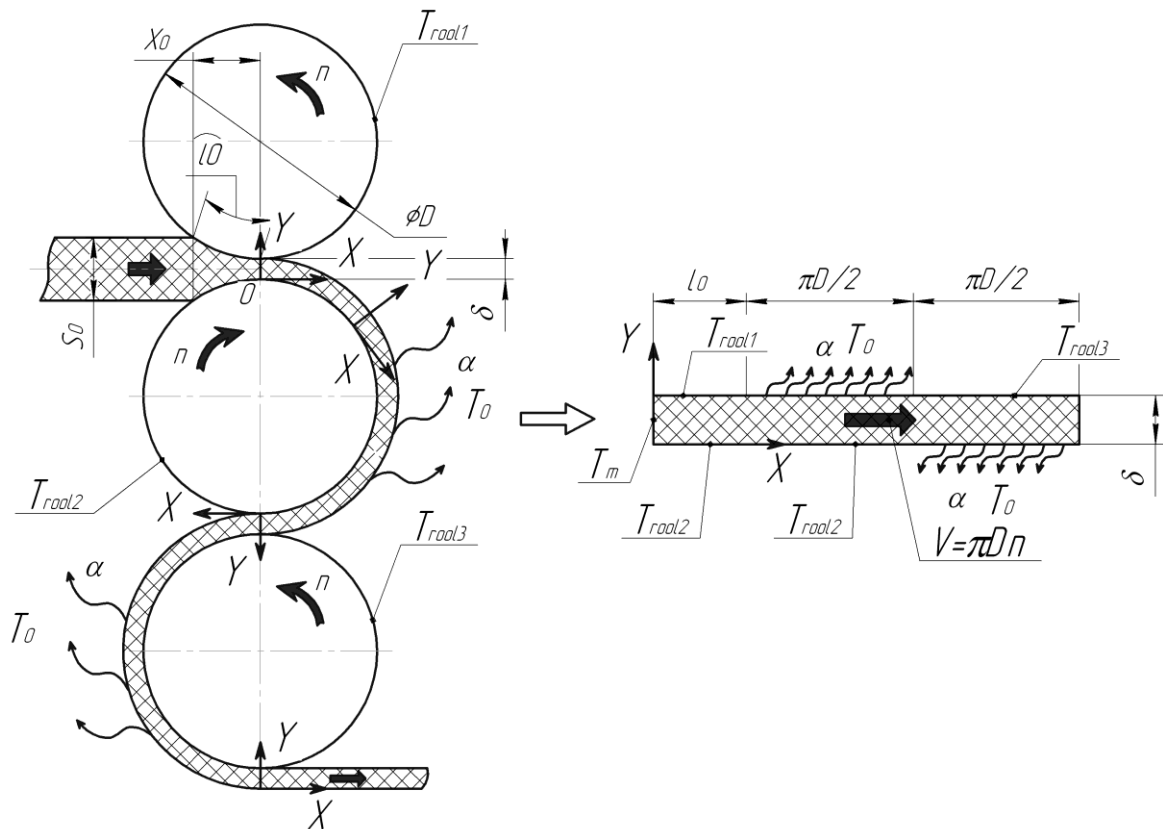


Figure 2 – Physical model of the process of cooling the sheet in a calender

Boundary conditions for the melt transition section in the first gap (τ_0 – time of contact of the melt with the shafts before the first gap of the calender), the length of the contact zone of the melt with both shafts 3δ):

$$T(y=0) = T_{rool2} \quad T(y=\delta) = T_{rool1} \quad \left| 0 < \tau < \frac{3\delta}{\pi D n} = \tau_0 \right.$$

For the section of movement of the sheet on the second shaft of the calender:

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

$$\left| \begin{array}{l} \tau_0 < \tau < \tau_0 + \frac{\pi D}{2n} = \tau_0 + \frac{I}{2n} \quad T(y=0) = T_{root2} \end{array} \right.$$

References:

1. Lukach Ju.E., Voronin L.G., Ruzhinskaja L.I. i dr. (1988). Avtomatizirovannoe proektirovanie valkovyh mashin dlja pererabotki polimerov. / Tjenika. Kiev. P. 208, USSR.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 66.081

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ СІТКИ-
СЕПАРАТОРА З ВИКРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ
ГІДРОДИНАМІКИ**

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

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract:** The evaluation of effectivity of novel design of spacer in compare with traditional by using of the computational fluid dynamics method was carried out.*

***Ключові слова:** membrane unit, spacer, velocity, pressure*

***Анотація:** Проведена оцінка ефективності нової конструкції сітки-сепаратора порівняно з традиційно методами обчислювальної гідродинаміки.*

***Ключові слова:** мембранний модуль, сітка-сепаратор, швидкість, тиск*

Однією з важливих характеристик мембранних установок є їх гідравлічний опір, який значною мірою визначає енергетичні витрати на проведення процесу мембранного розділення. Особливістю конструкції мембранних модулів є наявність в них сіток-сепараторів, які забезпечують утворення каналів між шарами мембранних пакетів і забезпечують турбулізацію потоку. Однак, водночас вони є основним джерелом гідравлічного опору в таких каналах, тому доцільною є модернізація конструкції такої сітки.

З цією метою була запропонована нова конструкція сітки (рисунок 1) у вигляді тривимірної моделі, створеної в середовищі SolidWorks. Однак необхідна об'єктивна оцінка ефективності такої сітки. Для цього доцільно використати методи обчислювальної гідродинаміки, які успішно використовуються для таких цілей [1-3].

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Було проведено моделювання течії в каналі з запропонованою та традиційною конструкцією сітки сепаратора в середовищі SolidWorks. На рисунку 2 показані поля швидкостей, а рисунку 3 показані відповідні поля тисків.

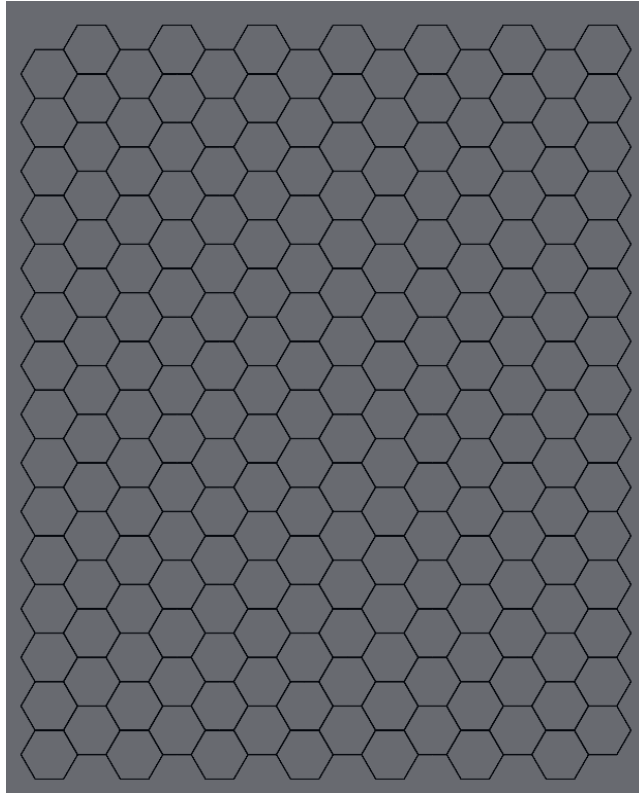


Рисунок 1 – Схема запропонованої сітки

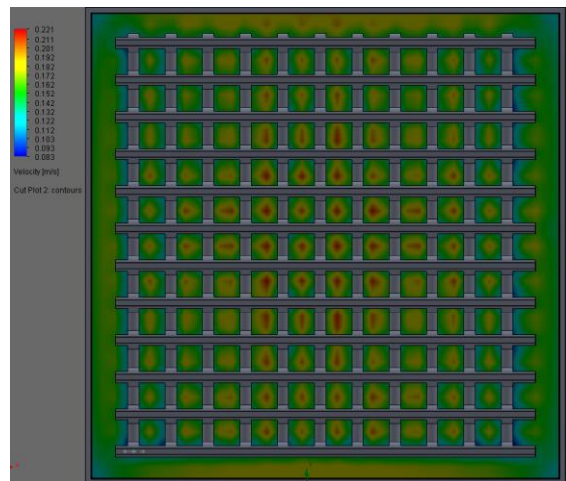
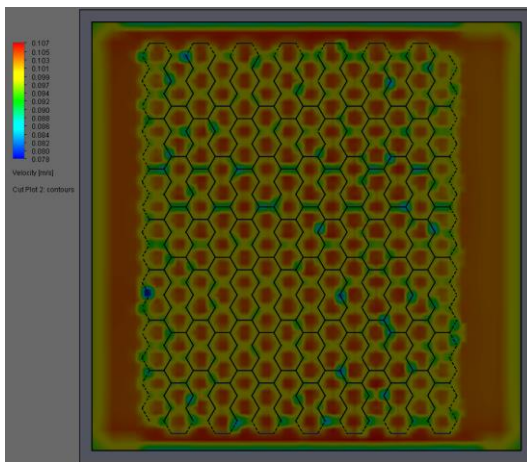


Рисунок 2 – Розподіл швидкостей в каналі з новою та традиційною конструкцією сітки-сепаратора

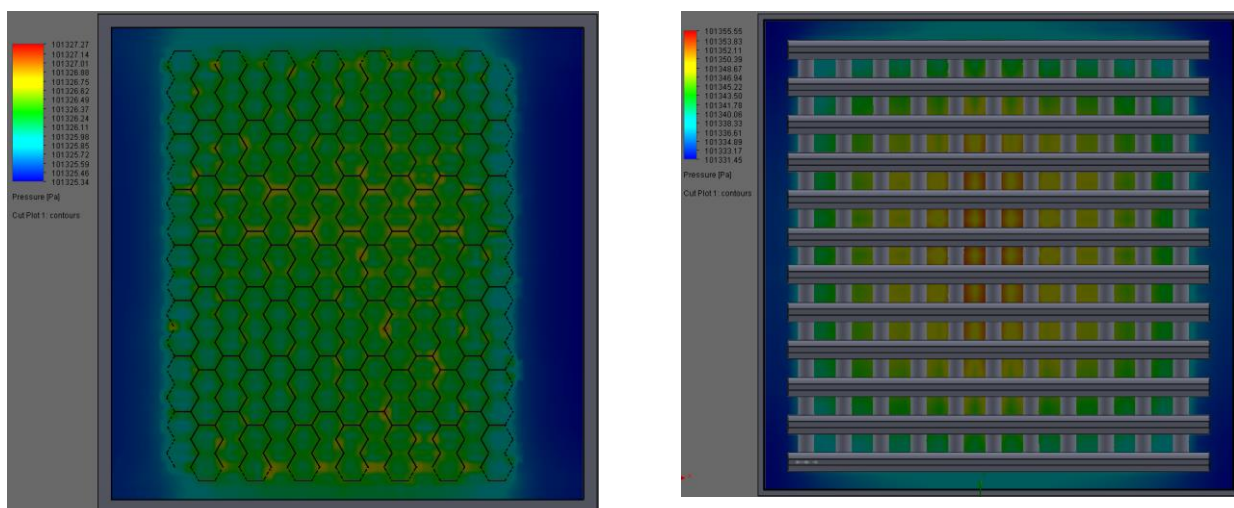


Рисунок 3 Розподіл тисків в каналі з новою та традиційною конструкцією сітки-сепаратора

Результати моделювання показують, що нова конструкція сітки-сепаратора забезпечує кращу турбулізацію потоку, а також менший перепад тиску, що свідчить про ефективність такої конструкції.

Перелік посилань:

1. Shakaib M., Hasani S.M.F., Mahmood M. " Study on the effects of spacer geometry in membrane feed channels using three-dimensional computational flow modeling", Journal of Membrane Science, 297, pp. 74–89, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2007.03.010>
2. Schwinge J., Wiley D.E., Fletcher D.F. "A CFD study of unsteady flow in narrow spacer-filled channels for spiral-wound membrane modules", Desalination, 146, pp. 195-201, 2002 [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(02\)00470-8](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(02)00470-8)
3. Ma S., Song L. "Numerical study on permeate flux enhancement by spacers in a crossflow reverse osmosis channel", Journal of Membrane Science, 284, pp. 102–109, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2006.07.022>

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 661.741.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРИДУ КАЛІЮ

студент Калиновський А.С., студентка Гавриленко В.В.,

доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Розглянуто значення калійних солей та методи промислового виготовлення хлориду калію. Визначені основні напрямки модернізації установки та ключових апаратів.

Ключові слова: калійні солі, хлорид калію, змішування, сушіння

Анотація: The application of potassium salts and industrial methods of potassium chloride were considered. The main way of modernization of key apparatuses of plant were defined.

Ключові слова: potassium salts, potassium chloride, mixing, drying

Калійні солі головним чином застосовують в якості мінеральних добрив. Основним видом продукції калійної промисловості є хлорид калію, близько 95% якого використовується в якості мінерального добрива, а решту 5% перероблюють на гідроксид калію та інші сполуки [1]

З загальної кількості калійних добрив 8-10% виробляється у вигляді сульфата калію і подвійної солі сульфатів калію і магнію, манганату калію, які використовуються для живлення ґрунтів під хлорофобні культури (тютюн, цитрусові, тощо) якість яких погіршується під впливом іонів хлору [1].

Вміст калію в земній корі складає близько 15%. Калій входить до складу алюмосилікатів, які є основою багатьох порід, польових шпатів, гранітів, лейцитів, гнейсів, твердих викопних сольових відкладень і розсолів морського і континентального походження. Складові частини ґрунтів, особливо глинисті

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

речовини, активно утримують (шляхом сорбції) калій, що, зокрема, має важливе значення для життя рослин. Завдяки такій властивості ґрунтів вимивання калію іде порівняно повільно, в результаті чого вміст його солей в природних водах, як правило, набагато нижчий, ніж солей натрію та магнію [1].

Калійні руди визначають за переважним вмістом в них тих чи інших мінералів, зокрема виділяють сильвінітові, хартзальцеві та карналлітові. Їх переробку на хлорид калію здійснюють [1]:

1) методом розчинення і роздільної кристалізації, що ґрунтується на різних температурних коефіцієнтах розчинності сольових скадових руди (цей метод також називають тепловим чи галургічним);

2) механічним збагаченням породи, головним чином флотацією; гравітаційна сепарація при збагаченні калійних руд не знайшла широкого застосування;

3) комбінацією флотаційного збагачення з розчинення і кристалізацією дрібних фракцій руди;

4) підземним висолюванням руди з подальшою переробкою розсолу випарюванням та кристалізацією.

Найбільш поширеним є перший спосіб, схема якого показана на рисунку 1 [1].

Весь технологічний процес складається з трьох основних стадій: розчинення сильвініту, кристалізація хлориду калію і відділення його від домішок, та фінальна підготовка продукту [1].

Спершу проводиться багатостадійне розчинення утворений щелок поступає на п'ятиступінчасту установку вакуум-кристалізації, де відбувається поступове охолодження щолоку, при цьому вживаються заходи для зменшення інтенсивності кристалізації домішок, в першу чергу хлориду натрію [1].

Після цього, пульпу хлориду калію подають у відстійник 48 для освітлення гарячого щолоку. Освітлений охолоджений маточний щолок

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

направляють на нагрівання в поверхневих конденсаторах 36, а згущену пульпу в горизонтальну мішалку, звідки її перекачують в витратні мішалки над автоматичними центрифугами напівнеперервної дії 54. Вологість осаду після центрифуги, залежно від величини кристалів змінється від 5 до 8% [1].

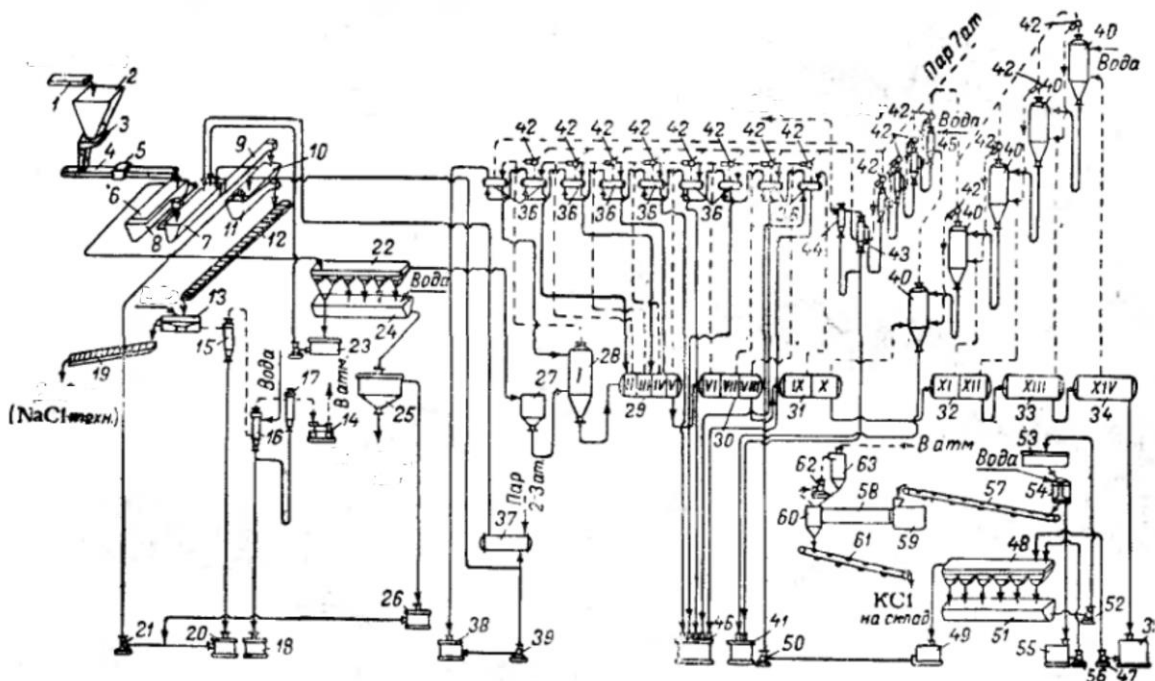


Рисунок 1 Схема виробництва хлориду калію із сільвініту

Сирий хлорид калію на стрічковому транспортері направляється на сушіння, яке здійснюється в барабаних обертових сушарках. Дрібні кристали хлориду калію, які захоплюються сушильним агентом відділяється в циклонах, приєднуються до загального потоку готової продукції, яка направляється на склад. Величина питомого вилучення вологи при сушінні становить 35-45 кг/(м³·год) кінцева волога хлориду калію не перевищує 1%.

На 1 т готового витрачається близько 5 т. сільвініту, 2,09 МДж енергії з парю, 90 МДж у вигляді електроенергії і 12 тон палива. Одни з найбільших споживачів нергії в схемі є сушарка, тому при модернізації доцільно розглянути саме її.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Перелік посилань:

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.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 621.565.2

MASS EXCHANGE PROCESSES IN AIR HEAT REGENERATOR

postgraduate Yevziutin P. Y., Ph.D., senior lecturer Dvoinos Y.G.

National Technical University of Ukraine

"Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT: The main provisions of the process of mass transfer of water in the air in the heat regenerator are considered, the physical model of the process is offered, the basic regularities are given. Proposals have been made for the directions of development of the design and technology of air heat regeneration under the conditions of avoiding frostbite of the nozzle and moisture loss from the room when using the regenerator in the cold period.

KEYWORDS: heat regenerator, nozzle, frostbite.

АНОТАЦІЯ: Розглянуто основні положення процесу масообміну води у повітрі в регенераторі тепла, запропоновано фізичну модель процесу, наведено основні закономірності. Зроблено пропозиції щодо напрямків розвитку конструкції та технології регенерації тепла повітря за умов уникнення обморожування насадки та втрат вологи з приміщення при використанні регенератора у холодний період.

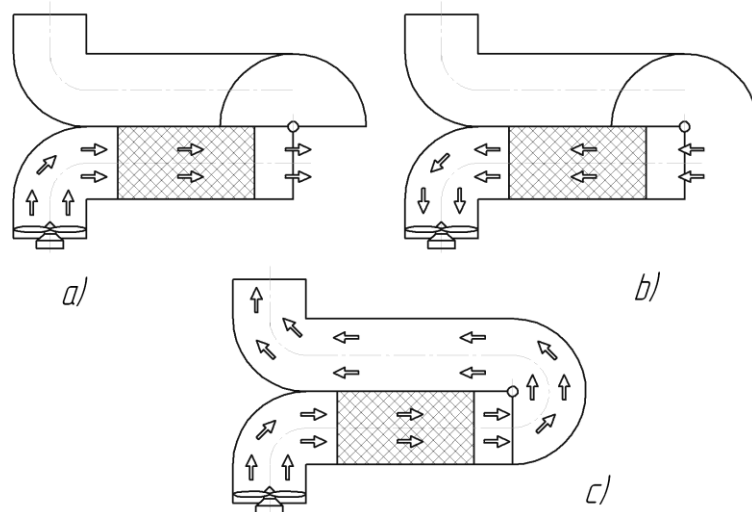
КЛЮЧОВІ СЛОВА: регенератор тепла, насадка, обморожування.

Heat regenerators are widely used in air conditioning systems and industry due to the simplicity of design and high efficiency. When using a heat regenerator for conditioning in the cold period, a significant problem of their continuous operation is the freezing of the nozzle, which causes the ice to block the channels of the nozzle and reduce efficiency. Modern heat recovery systems use two mechanisms to remove moisture from the nozzle: heating the nozzle and blowing warm air.

Heating of a nozzle has the following lacks - the reduced efficiency, need of removal of condensate, dehydration of air indoors. Blowing the nozzle with warm air allows you to return some moisture to the room. In industrial liquefaction plants [1], purge in

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

regenerators during moisture freezing is mainly used. The scheme of operation of the heat regenerator with a purge for dehydration of the nozzle is shown in Fig. 1.



- a - direct current (nozzle accumulates heat); b - reverse current (nozzle returns heat);
- c - purge nozzle (heating), the air returns to the room

Figure 1 - Scheme of air movement in the heat regenerator with dehydration of the nozzle by purging

The temperature of the nozzle during operation fluctuates in a narrow range of temperatures and heat exchange of air with the nozzle is accompanied by processes of condensation, evaporation and crystallization of water. Water in the liquid state flows down and drains, and in the crystalline state freezes on the nozzle, increasing its hydraulic resistance and complicating the heat exchange between the nozzle material and air due to the low thermal conductivity of the ice - 2.25 W / (m·K).

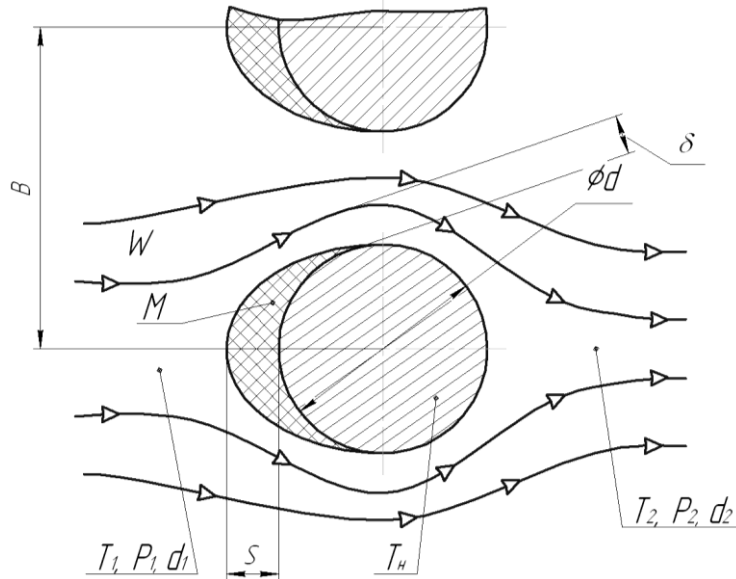
The physical model of the process is shown in Fig. 2.

A system of equations for the freezing process is compiled:

$$\left\{ \begin{array}{l} q = -\frac{\pi d^2}{4} \rho_i C p_i \frac{dT_i}{d\tau} + \frac{dM}{d\tau} i_M = WB(i_1 - i_2) \\ q = \pi d \left(\frac{l}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{\text{a\`e\`a}}}{\lambda_{\text{e\`d\`e\`a}}}} \right) \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_i \right) \end{array} \right. ,$$

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

where ρ_n – density of the nozzle material, kg/m^3 ; C_{p_n} – heat capacity of the nozzle material, $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$; W – air speed, m/s ; B – distance between the elements of the nozzle, m ; i_1, i_2 – enthalpy of air, $\text{J}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$; $\bar{\alpha}$ – equivalent heat transfer coefficient, $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; $S_{\text{екв}}$ – equivalent thickness of ice on the nozzle, m ; $\lambda_{\text{крига}}$ – thermal conductivity of ice, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.



$T_1; P_1; d_1; T_2; P_2; d_2$ – temperature, $^{\circ}\text{C}$; pressure, Pa ; moisture content, kg/kg of air before the nozzle element, and after it, M – mass of ice on the element nozzles 1 m long, kg ; T_n – temperature of the nozzle material, $^{\circ}\text{C}$; S – thickness of the ice layer, m ; d – diameter of the nozzle elements, m ; δ – thickness of the laminar layer of air when flowing around the nozzle element, m

Figure 2 – Physical model of crystallization and evaporation of moisture on the surface of the regenerator nozzle

Перелік посилань

1. Novotel'nov V. N. kriogennye mashiny: Uchebnik dlya vuzov po spec. "Tekhnika i fizika nizkih temperatur" / V.N. Novotel'nov, A. D. Suslov, V.B. Poltaraus – Spb.: Politekhnik, 1991. – 335 s.: il.

УДК 621

MODERNIZATION OF THE OIL EXTRACTION PURIFICATION UNIT

Student Rudyi O.D., Ph.D., associate professor. Stepanyuk A.R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. The article considers the problems of base oil production technology. The technological process of selective purification of oil products with phenol is considered.

Key words: Selective purification, oil, phenol.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛА

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

Анотація. У статті розглядаються проблеми технології отримання базової олії. Розглянуто технологічний процес селективного очищення нафтопродуктів фенолом.

Ключові слова: Селективне очищення, масло, фенол.

Petroleum oils are liquid compounds of a mixture of high boiling point of hydrocarbons, mainly alkylnaphthenic and alkylaromatic, obtained by refining oil [1].

Installation of selective phenol purification consists of the following main sections: absorption of phenol raw materials from vapors of azeotrope mixture of phenol and water, extraction, regeneration of phenol from extract and refined solutions, "water circuit" (Figure 1) [2].

The raw material is fed through the heat exchanger 1 to the top of the absorber 4, where the countercurrent is in contact with the vapor of the azeotropic mixture of phenol and water coming from the drying column 16. Water vapor through the top of the absorber is discharged into the atmosphere or sent to the water circuit. The raw

material from the absorber 4 through the refrigerator 5 is fed into the middle part of the extraction column 6. In the upper part of the column 6 from the tank 3 through the heater 8 is fed phenol. From the tank 20 in the lower, and if necessary in the upper and middle part of the column 6 is fed phenolic water. The temperature in column 6 is determined by the temperatures of the supplied phenol and raw materials. To regulate the bottom temperature, a part of the extract solution is circulated through the refrigerator 9.

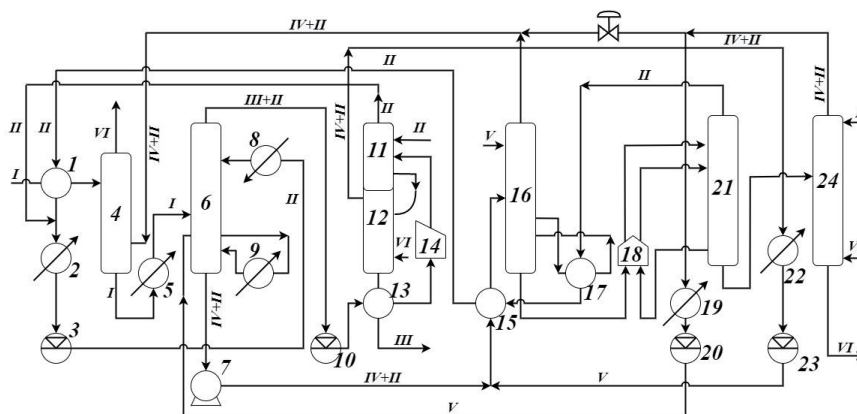


Figure 1 - Installation of selective purification of crude oil with phenol:

1, 2, 5, 8, 9, 13, 15, 17, 19, 22 - heat exchange equipment; 3 - phenol capacity; 4 - absorbers; 6 - extraction column; 7 - pump for pumping the extract solution; 10 - capacity of the refined solution; 11, 12 - phenol regeneration columns from refined solution; 14, 18 - furnaces; 16, 21, 24 - phenol regeneration columns from the extract solution; 20, 23 - phenolic water capacity;

And - raw materials; II - phenol; III - refined; IV - extract; V - phenolic water;

VI - water vapor.

Regeneration of the refined solution is carried out in two stages. Leaving by gravity from the top of the column 6, the refined solution is collected in the tank 10, where through the heat exchanger 13 is fed into the furnace 14 and the evaporator column 11. Phenol vapors coming from the top of the column 11 are cooled and condensed in the heat exchanger 1 and refrigerator 2, the condensate is collected in the tank 3. The refined solution containing 5-6% phenol from the bottom of the

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

column 11 flows into the stripping column 12, at the bottom of which is introduced sharp water vapor. Vapors of phenol and water from the top of the column 12 are condensed in the refrigerator 22, the condensate is collected in the tank 23. The refined through the heat exchanger 13 and the refrigerator is pumped out of the installation.

Regeneration of the extract solution is carried out in three stages. The extract solution is pumped from the bottom of the column 6 by pump 7, the operation of this pump regulates the level of separation of the extract and refined phases in the extraction column. The extract solution through the heat exchanger 15 is fed to the drying column 16, from the top of which are vapors of azeotrope mixture of phenol and water entering the absorber 4 or through the condenser-refrigerator 19 - in the tank 20, Dehydrated extract solution from the bottom of the column 16 heated condensed by phenol vapor, then through the furnace 18 is fed to the evaporator column 21. Additional heat is introduced into the column 21 by extractive solution circulating through the coils of the furnace 18. Phenol vapors coming from the top of the column 27 are condensed in the heater 17, heat exchanger 15, cooled in refrigerator 2; phenol is collected in tank 3. The final evaporation of phenol is carried out by hot steam in column 24, from the top of which are removed vapors of a mixture of water and phenol, and from the bottom - the extract, which is removed from the refrigerator through the refrigerator.

The aim of the work is to modernize the separation centrifuge for oil and water separation.

References:

1. Petroleum oil [Electronic resource] // Neftegaz.ru. - 2017. - Resource access mode: <https://neftegaz.ru/tech-library/neftekhimiya/142420-neftyanye-masla/>.
2. Handbook of oil refiner / Lastovkin G.A., Radchenko E.D., Rudin M.G. - Leningrad: Chemistry, 1986. - 648p.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 678.023

ENERGY EFFICIENCY IN THE PROCESS OF POLYMER EXTRUSION

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

Ph.D., Shved D.M

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

***ABSTRACT.** The equipment, which is mainly used in polymer extrusion, is considered and its efficiency is analyzed according to specific energy indicators.*

***KEYWORDS:** Extrusion, extruder, energy efficiency, power consumption.*

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ 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.** Розглянуто обладнання, яке в основному використовується при екструзії полімерів та проаналізовано його ефективність по питомим енергетичним показникам.*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Екструзія, екструдер, енергоефективність, споживання енергії.*

Polymer composite materials are usually materials that are derived from two or more components that need to be evenly distributed in the melt. Single-screw extruders are mainly used for this purpose.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

In works [1-3], the electricity consumption of a single screw extruder was considered, which was conditionally divided into zones in which different parameters were measured.

The effects of barrel temperature settings, water cooling, and screw speed on energy efficiency were then investigated based on the proposed monitoring methods. It has been found that lower barrel heating temperature, higher water cooling temperature, and higher screw will lead to lower specific energy consumption. However, the screw speed has the most significant impact on overall energy consumption. Also the high energy efficiency does not mean better melt quality, the effects of barrel heating, water cooling, and screw speed on the melt viscosity need to be further investigated to provide substantial guidance on operating point optimization [1].

Authors [2] discussed the effects of screw speed and barrel temperatures on the die melt temperature profile. The screw speed was identified as the most critical parameter affecting the extruder motor power consumption while the barrel set temperatures also show a slight effect. In this work, a thermocouple mesh technique is used to measure the temperature profile of the melt flow prior to die entry and it was found that temperature variations increased as screw speed increased. Of the barrel zone temperatures, the effects of the feed zone temperature was more significant than other three zones.

The results of numerical investigations show that no more than 90% of the electric power consumed by the extruder motor is consumed to overcome the viscous forces of the polyethylene melt, while the motion of the polymer material and pressure injection use under 10%. The casing of the extrusion machine operates in the mode of heat rejection practically throughout the whole length, apart from the initial portions at the loading area. During design of plasticizing extruders, it is necessary to account for the obtained regularities of power consumption to provide the extruder casing with an effective system of heat rejection [3].

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Despite a relatively low pressure (3-7 kg/cm²) developed by these machines, they have a number of valuable advantages. These include a good distribution of dyes in the mass being processed and a good homogenization of the metal, work with a short residence time in the mastication chamber, are simple in design and small in size (screw extruders occupy 2-3 times more floor space than disc extruders). It was calculated power consumption of disc extruders and it was found extruder drive horsepower (as a function of disc size and speed) [4].

Although the power consumption of a single screw extruder is relatively insignificant, the use of electricity can be reduced by using a disk extruder for processing polymer compositions [5], which melting occurs due to dissipation energy, which leads to lower specific energy consumption, as well as constant productivity, thanks to the dosed power supply, gives the chance to control flexibly thermo-mechanical loading on a melt and its quality by means of change on $\pm 20-25\%$ of size of turns of a disk and a disk backlash.

References:

1. Jing Deng та інші, (2013), Energy consumption analysis for a single screw extruder, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 533-540
2. Chamil Abeykoon et al., (2010), Modelling the effects of operating conditions on motor power consumption in single screw extrusion, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 9-20
3. A. G. Shcherbinin, A. E. Terlych, and E. V. Subbotin, (2012), Extruder power consumption, Russian electrical engineering, 609-612
4. Yu.G., Ostapchuk, N.K. Zhuk, (1969), Calculation of the output and consumption of disc extruders, Khimicheskoe i Neftyanoe Mashinostroenie, 602-604
5. Швед М.П., Швед Д.М., Бояркін О.О., (2017) Розплавлювач-гомогенізатор розплавів полімерів на базі дискового екструдера, Молодий вчений, 769-771

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

MODERNIZATION OF THE SELECTIVE OIL PURIFICATION UNIT WITH THE DEVELOPMENT OF A STRIPPING COLUMN AND A STEAM GENERATOR

Dmytruk A.V., Ph.D., associate professor, Ph.D Stepanyuk A.R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The purpose of the oil and the technological scheme of selective purification of oil are described. The directions of installation modernization are substantiated*

***Keywords:** LUBRICANT, MODERNIZATION, SELECTIVE CLEANING*

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ МАСТИЛА З РОЗРОБКОЮ ВІДПАРНОЇ КОЛОНИ І ПАРОГЕНЕРАТОРА

магістрант Дмитрук А.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

***Анотація.** Описано призначення мастила та технологічну схему селективної очистки мастила. Обґрунтовано напрями модернізації установки*

***Ключові слова:** МАСТИЛО, МОДЕРНІЗАЦІЯ, СЕЛЕКТИВНА ОЧИСТКА*

Lubricant is a fatty substance (petroleum, synthetic, etc.) for lubricating various surfaces and mechanisms, because it reduces friction between the elements, which increases their service life and efficiency. They are used to lubricate the elements of machines that operate periodically with low load and at low speeds. Improvement of certain grades of mineral oils is achieved by adding in small quantities (from 0.01 to 10%) various chemical compounds - additives [1].

Figure 1 shows the technological scheme.

Installation of selective purification of oil raw materials phenol consists of two main sections: absorption of raw phenol from vapors of azeotropic mixture of phenol and water, extraction of phenol regeneration with extractive and raffinate solution, "water circuit"

The raw material from the absorber 4 through the refrigerator 5 is fed into the extraction column 6 (in the middle part). In the upper part of the column 6 from the tank 3 through the heater 8 is fed phenol. From the tank 20 in the lower, and if necessary in the upper and middle part of the column 6 is fed phenolic water. The temperatures in column 6 are determined by the temperatures of phenol and raw materials. To regulate the bottom temperature, a part of the extract solution is circulated through the refrigerator 9.

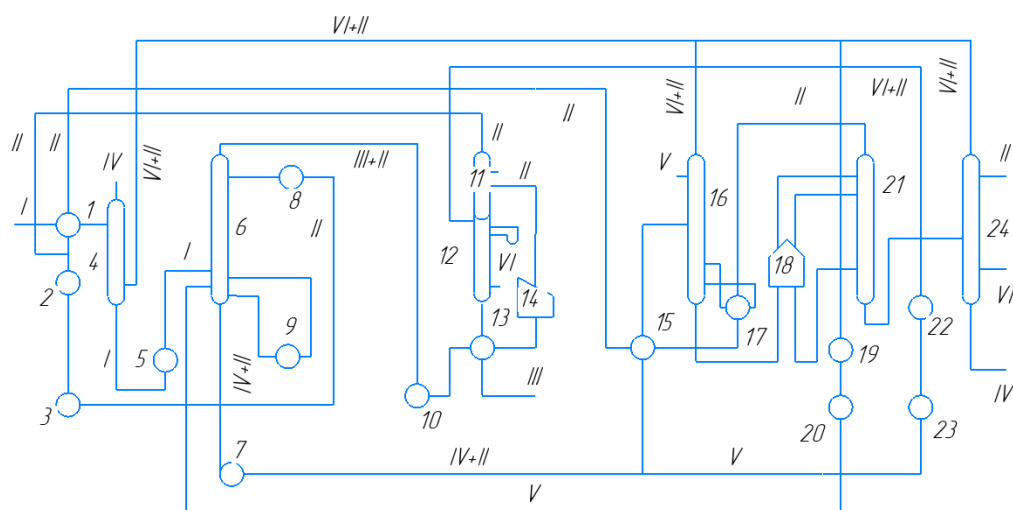


Figure 1 - Installation of selective purification of crude oil with phenol

1, 2, 5, 8, 9, 13, 15, 17, 19, 22 - heat exchange equipment; 3 - phenol capacity; 4 - absorber; 6 - extraction column; 7 - pump pump extract solution; 10 - capacity of the raffinate solution; 11, 12 - phenol regeneration columns from raffinate solution; 14, 18 - furnaces; 16, 21, 24 - phenol regeneration columns from the extract solution; 20, 23 - phenolic water capacity;

And - raw materials; II - phenol; III - raffinate; IV - extract; V - phenolic water; VI - water vapor.

Regeneration of the raffinate solution is carried out in two stages. Leaving by gravity from the top of the column 6, the raffinate solution is collected in the tank 10, where through the heat exchanger 13 is fed into the furnace 14 and the evaporator column 17. Leaving from the top of the column 11 phenol vapor is cooled and

condensed in the heat exchanger 1 and refrigerator 2, the condensate A solution of raffinate containing 5-6% phenol from the bottom of the column 11 flows into the stripping column 12, at the bottom of which is introduced sharp water vapor. Vapors of phenol and water from the top of the column 12 are condensed in the refrigerator 22, the condensate is collected in the tank 29. The raffinate through the heat exchanger 13 and the refrigerator is pumped out of the installation.

Regeneration of the extract solution is carried out in three stages. The extract solution is pumped from the bottom of the column 6 by the pump 7, the operation of this pump regulates the level of separation of the extract and raffinate phases in the extraction column. The extraction solution through the heat exchanger 15 is fed to the drying column 16, from the top of which are vapors of azeotropic mixture of phenol and water entering the absorber 4 or through the condenser-refrigerator 19 in the tank 20. Dehydrated extract solution from the bottom of the column 16 passes through the heater 17 condensing phenol vapor, then through the furnace 18 is fed to the evaporator column 21. Additional heat is introduced into the column 21 by the extractive solution circulating through the coils of the furnace 18. Phenol vapors coming from the top of the column 27 are condensed in the heater 7, heat exchanger 15, cooled in the refrigerator 2; phenol is collected in tank 3. The final evaporation of phenol is produced by hot steam in column 24, from the top of which vapors of a mixture of water and phenol are removed, and from the bottom - the extract, which is removed from the refrigerator through the refrigerator.

The aim of the work is to modernize the plant of selective oil purification by modernizing the stripping column.

References

1. Lastovkin GA, Radchenko ED, Rudin MG (1986) Refiner's Handbook.
2. Electronic resource: Liquid lubricant - Encyclopedia TechTrend, Link: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=11194>

UDC 536.27

**CALCULATION OF THE AVERAGE TEMPERATURE IN A PLATE
HEAT EXCHANGER WITH MIXED FLOW SCHEMES**

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

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

ABSTRACT: For the plate heat exchanger has been analyzed flow schemes for gas - liquid system. Based on the conducted numerical experiments, a new approach in the optimization of gas - liquid flow schemes in a plate heat exchanger with respect to the dimensions of the heat exchanger is proposed. An example of optimization of dimensions of a plate heat exchanger due to the choice of a rational scheme of heat carrier flows is given.

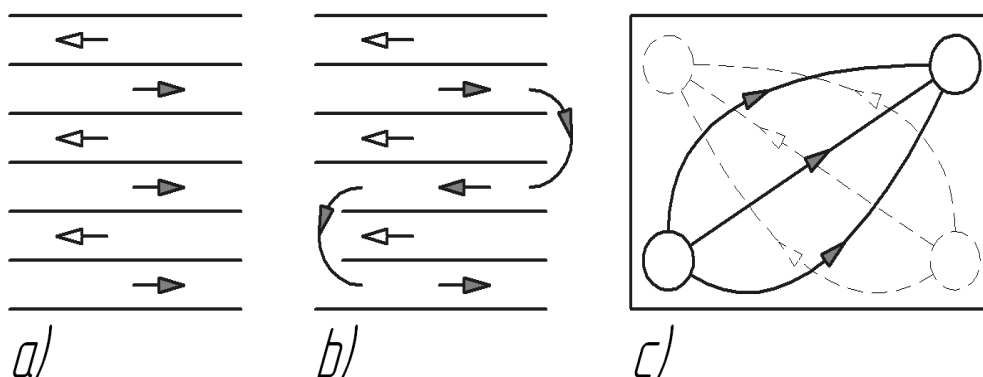
KEYWORDS: plate heat exchanger, mixed flow schemes, average temperature.

АНОТАЦІЯ: Проаналізовано схеми потоків у пластинчастому теплообміннику для систем газ – рідина, на основі проведених чисельних експериментів запропоновано новий підхід у оптимізації схем потоків теплоносіїв газ – рідина в пластинчастому теплообміннику відносно габаритів теплообмінника. Наведено приклад оптимізації габаритів теплообмінника пластинчастого за рахунок обрання раціональної схеми потоків теплоносіїв.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: пластинчастий теплообмінник, змішаний струм, середній температурний напір.

The dimensions of heat exchangers directly depend on the hydrodynamic mode of movement of heat carriers and the average integral difference of temperature. But for gas-liquid systems, the hydrodynamic mode occurs in the laminar mode. Therefore, the analysis of flow schemes for such heat exchangers is important. Figure

1 shows three variants of flow schemes, which significantly affect the main parameters of the heat transfer process.



a – countercurrent flow; b – mixed flow;
c – actual flow in a plate heat exchanger

Fig 1 – Organization of flow schemes heat carriers

In the real plate heat exchanger (Fig. 1c) there is a cross-flow. Therefore, to increase the heat transfer coefficient from the liquid, it is advisable to organize a mixed flow (Fig. 1b). This will lead to intensification of the hydrodynamic mode of fluid motion, the heat transfer coefficient will be equal to the heat transfer coefficient of the gas. Which significantly improves the overall heat transfer coefficient from liquid to gas.

For the mixed flow of heat carriers in the literature [1] the analytically received transcendental equation for definition of average temperature difference between heat carriers is resulted:

$$\Delta t_{av} = \frac{v(t_{on} - t_{ok})}{\ln \left(\frac{(t_{on} + t_{ok} - t_{vn} - t_{vk}) + v(t_{on} - t_{ok}) - \varphi}{(t_{on} + t_{ok} - t_{vn} - t_{vk}) - v(t_{on} - t_{ok}) - \varphi} \right)},$$

$$\text{where } \varphi = (t_{vk} - t_{vn}) \left(\text{cth} \left(\frac{t_{vk} - t_{vn}}{2\Delta t_{av}} \right) - \frac{2}{M} \text{cth} \left(\frac{t_{vk} - t_{vn}}{M\Delta t_{av}} \right) \right); M - \text{the amount of fluid}$$

passages; t_{on} – inlet gas temperature, °C; t_{ok} – outlet gas temperature, °C;

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

t_{vk} – outlet liquid temperature, °C; t_{vn} – inlet liquid temperature, °C;

$$\text{coefficients } v = \sqrt{1 - \left(\frac{2}{M} \cdot \frac{t_{vk} - t_{vn}}{t_{on} - t_{ok}} \right)^2}$$

Solving the transcendental equation in Python 3.7 showed the following local solutions for conditionally identical environments, Table 1.

Table 1

Δt_s	Δt_b	M	Δt_{av_log}	Δt_{av_mix}	Error, %
3	15	2/4/6	7,456	6,411/6,151/6,100	14,0/17,5/18,2
4	15	2/4/6	8,322	7,241/6,860/6,783	13,0/17,6/18,5
5	15	2/4/6/8	9,102	8,023/7,510/7,405	11,9/17,5/18,6

Δt_s – smaller temperature difference, °C; Δt_b – biggest temperature difference, °C; M – the amount of fluid passages; Δt_{av_log} – the average temperature difference for the known countercurrent flow dependence; Δt_{av_mix} – the average temperature difference for the transcendental equation for mixed flow.

Conclusion: existing methods and equations for determining the average temperature in a plate heat exchanger with mixed flow require refinement and verification to given the existing cross-flow.

References:

1. Obobshhennye metody rascheta teploobmennikov / Kanevecz G.E. – Kiev: Nauk. dumka, 1979. – 352p.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDK 66.048.3.069.835

**MODERNIZATION OF THE PLATE OF THE MASS
TRANSFER APPARATUS**

student Denysenko D., senior lecturer, Ph.D. Dvoinos Y.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** Proposed to modernize the design of the plate of mass exchangers for gas (steam) - liquid systems designed for absorption, rectification, namely - mounting the mass plate in the body of the apparatus, which simplifies manufacture and installation and allows the use of standard mass transfer plates.*

***Key words.** Rectification, mass transfer equipment, distillation plate.*

***Анотація:** Запропонована модернізація конструкції тарілки масообмінних апаратів для систем газ (пар) - рідина, призначених для процесів абсорбції, ректифікації, а саме, – кріплення масообмінної тарілки в корпусі апарату, яке дозволяє спростити виготовлення і монтаж та дозволяє використовувати стандартні масообмінні тарілки.*

***Ключові слова:** ректифікація, масообмінне обладнання, тарілка ректифікаційна.*

Plates of mass exchangers have a wide range of designs and principles of operation, and contain mass exchange elements that provide contact of liquid and gas (steam) phases.

Known cap plates [1], which are widely used in the oil refining and chemical industries, the plates are fastened with an elastic cord AC 10, which is compressed between the plate body and the bracket by bolts, while the cord is distributed and fixes the plate in the cylindrical body.

The disadvantage of the known design of the plate is the complexity of manufacture and installation, namely: flanging of the plate body with sufficient accuracy to seal the gap between the plate body and the cylindrical body of the

apparatus.

The closest in technical essence to the proposed utility model is the fastening unit of the mesh plate [2], which contains the wall of the housing, where a triangular gasket with plates between the split rings, and the plate is fastened with a threaded connection.

This design of the plate simplifies the installation and manufacture of the plate, but the disadvantage compared to this analogue is the small radial gap that can choose the gasket, and, accordingly, the complexity of manufacturing the cylindrical body of the device of the required accuracy.

The modernization is based on the task of improving the design of the plate of the mass exchanger to simplify the design, manufacture and installation.

The problem is solved by the fact that in the design of the plate of the mass transfer apparatus, containing the plate body, ring, flange, elastic element and bolts with washers and nuts, the elastic element is made in the form of a ring and a semi-ring in cross section.

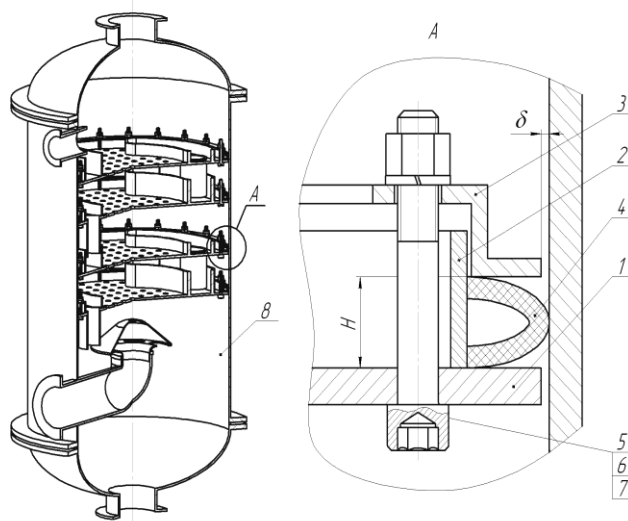
The use of an elastic plate element of the mass transfer apparatus in the form of a ring and a semi-ring in cross section provides a larger radial gap between the plate body and the apparatus body, which simplifies the installation and manufacture of the mass exchange plate and plate.

The essence of the modernization is illustrated by the drawing, which shows the plate body 1, ring 2, flange 3, an elastic element in the form of a ring and semi-ring in cross section 4, bolts with washers and nuts 5, 6, 7 and the body of the mass exchanger in which plates 8 are attached. determining the dimensions of the plate design of the mass transfer apparatus include the height of the elastic element H before its compression and after, and the radial gap between the plate body and the body of the mass transfer apparatus δ . The recommended clearance of this design is $\delta=0.2H$.

The design of the plate of the mass transfer apparatus is as follows: a ring 2 and

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

bolts 5 are welded to the plate body 1, an elastic element in the form of a ring and a half-ring in cross section is put on the outer surface of the ring, a flange 3 is put on top. The plate is inserted into the body of the mass exchanger and the nuts are tightened, while the elastic element is elastically deformed, changing shape in cross section from the semicircle to the oval and clamped between the ring of the plate and the body of the mass exchanger, forming a tight connection.



- 1 - plate body of the mass transfer apparatus; 2 - ring;
3 - flange; 4 - elastic element in the form of a ring and a semi-ring in cross section;
5 - nut; 6 - screw; 7 - washer

Fig. 1 – The design of the modernized plate of the mass transfer apparatus

Conclusion: the proposed modernization can be used as a structural element for the distillation column.

References:

1. OST 26-01-66-86 Tarelki kolpachkovy`e stal`ny`kh kolonny`kh apparatov.
2. Patent Ukrainy №113944 (UA) MPK B01D 3/22, 53/00. Vuzol kriplennia sitchastoi tarilky. Zaiav. u201607660 vid 12.07.2016, opubl. 27.02.2017, biul. №4.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 661.11

EXISTING APPROACHES OF MATHEMATICAL INTERPRETATION OF EMULSIFICATION

V. Kosenko, PhD-student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація. Проведено огляд існуючих підходів до математичного опису емульсування, розглянуто фактори, що впливають на процес.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИСПЕРСІСТЬ, РОЗМІР ЧАСТОК, ЕМУЛЬСУВАННЯ.

Summary. The existing approaches for mathematical interpretations of emulsification have been reviewed and the factors influencing the process have been considered.

KEYWORDS: DISPERSITY, DROP SIZE, EMULSION.

The development of mixing equipment is complicated by difficulty in calculation of the product dispersion caused by insufficient study of the process of droplet formation. In this regard, mixing devices design is based on the method of "trial and error", which leads to increased development costs, start-up problems, material losses resulted from repeated tests, the selection of a rational mode of processing and complexity of scaling. Therefore, it is reasonable to analyze existing approaches to the calculation.

The classical approach to the mathematical interpretation of emulsification in a turbulent stream offered by Kolmogoroff and Obukhov [1] describes relations

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

between the largest diameter of the droplets and internal scale of turbulence and is expressed in dependences:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= \left(\frac{\sigma}{We_{кр} v^2 \rho_c} \right)^{1/3} \lambda_0^{4/3} \text{ for } d_{\max} \ll \lambda_0, \\ d_{\max} &= \left(\frac{\sigma}{We_{кр}^* v^2 \rho_c} \right)^{3/5} \lambda_0^{8/5} \text{ for } d_{\max} \gg \lambda_0, \end{aligned} \quad (1.1)$$

where σ - surface tension, ρ_c - density of continuous phase, $We_{кр}^*$ - critical value of Weber number (when the maximum particle size is greater than the internal scale of turbulence), $We_{кр}$ - critical value of Weber number (when the maximum particle size is less than the internal scale of turbulence), ν - kinematic viscosity, λ_0 - internal scale of turbulence, d_{\max} - the largest diameter of the droplets.

Hinze [2] proposed to express the balance of external forces acting on the droplets and the surface tension, from which the maximum diameter of the droplets is presented as follows:

$$d_{\max} = A_1 \varepsilon^{-2/5} \left(\frac{\sigma}{\rho_c} \right)^{3/5}, \quad (1.2)$$

where A_1 - proportionality constant, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid, σ - surface tension, ρ_c - density of continuous phase.

For viscous turbulent flow, where the droplets sizes is less than λ_0 Shinnar [3] proposed the following expression to determine the maximum diameter of the droplets:

$$d_{\max} = A_2 \frac{\sigma}{(\varepsilon \mu_c \rho_c)^{1/2}}, \quad (1.3)$$

where A_2 - proportionality constant, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid, μ_c - dynamic viscosity of continuous phase, σ - surface tension, ρ_c - density of continuous phase.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Sprow [4] suggested that at high values of Reynolds number the rate of energy dissipation per unit mass is not variable and is valid for dissipation at the edge of the mixing device and generalized equations (1.1)-(1.3) and obtained the expression:

$$d_{\max} = A_3 \frac{\sigma}{\rho_c^{3/5} n^{6/5} L^{4/5}}, \quad (1.4)$$

where A_3 - proportionality constant, n - rotor speed, L - rotor outer diameter, σ - surface tension, ρ_c - density of continuous phase.

Davies [5] contributed to further development for theories of Kolmogoroff-Obukhov and Hinze taking into account the viscosity of the dispersed phase. The expression obtained by Davies to determine the maximum diameter of the droplets is the following:

$$d_{\max} = A_4 \left(1 + A_5 \frac{\mu_d \varepsilon^{1/3} d_{0\max}^{1/3}}{\sigma} \right) \frac{\sigma^{0.6}}{\varepsilon^{-0.4} \rho_c^{0.6}}, \quad (1.5)$$

where A_4 and A_5 - proportionality constant, μ_d - dynamic viscosity of dispersion phase, $d_{0\max}$ - diameter of the droplets, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid, σ - surface tension, ρ_c - density of continuous phase.

Calabrese et al. [6] compared the energy required for droplet deformation with the kinetic energy of turbulent vortices and considered the difference in the density of the dispersing and dispersed phases. As the result, the following formula was obtained:

$$d_{\max} = A_6 \left(1 + A_7 \left(\frac{\rho_c}{\rho_d} \right)^{1/2} A_5 \frac{\mu_d \varepsilon^{1/3} d_{\max}^{1/3}}{\sigma} \right)^{3/5} \varepsilon^{-2/5} \sigma^{3/5} \rho_c^{-3/5}, \quad (1.6)$$

where A_5 , A_6 and A_7 - proportionality constant, ρ_c - density of dispersing phase, ρ_d - density of dispersed phase, μ_d - dynamic viscosity of dispersed phase, d_{\max} - diameter of the droplets, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid, σ - surface tension.

Another approach to clarifying the Kolmogoroff-Obukhov and Hinze equations is that the dispersed phase can cause coalescence of droplets and dampen turbulent oscillations (which depend on the volume fraction φ), the correlation coefficient $f(\varphi)$, empirically expressed by the linear ratio $(1 + a\varphi)$, is added to the equations of Kolmogoroff-Obukhov and Hinze. The resulting ratio is suitable for droplets in pure systems [7-8]:

$$d_{\max} = A_8 (1 + a\varphi) \varepsilon^{-2/5} \sigma^{3/5} \rho_c^{-3/5}, \quad (1.7)$$

where A_8 - proportionality constant, ρ_c - density of dispersing phase, d_{\max} - diameter of the droplets, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid, σ - surface tension, $(1 + a\varphi)$ - correlation coefficient.

Padron in the study of emulsification using a Rashton turbine stirrer [9] assumes that the total power dissipated in the impeller volume is greater than the maximum energy dissipation rate per unit mass of fluid, but not more than (10%):

$$d_{\max} = A_9 (\varepsilon)^{-0.39}, \quad (1.8)$$

where A_9 - proportionality constant, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid.

Gingras and others [10] obtained an equation (1.9) taking into account the concentration of the dispersed phase and specified that the temperature difference in the tank and in the working area does not have a significant effect in determining the predicted particle size. The authors point out that, results of calculations with equations based on the balance of forces between turbulent and laminar flow do not correspond to their experimental data and explain this by the rheological properties of the material and the peculiarities of the influence of mixing equipment:

$$d_{\max} = A_{10} \left(\frac{N^3}{Q} \right)^b \phi^c \rho_c^d, \quad (1.9)$$

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

where A_{10} - proportionality constant, ρ_c - density of dispersing phase, ϕ - concentration of dispersed phase, Q - volume flowrate, N - rotational speed, b , c , d - coefficients of the equation.

Vankova and others [11] used the approaches of Kolmogoroff-Obukhov and Hinze, mentioned above and took into account the properties of non-Newtonian fluids to determine the predicted particle size, as follows:

$$d_{\max} = A_{11} \sigma c^{-1/(m+1)} (\varepsilon \rho_c)^{-m/(m+1)}, \quad (1.10)$$

where A_{11} - proportionality constant, ρ_c - density of dispersing medium, ε - rate of energy dissipation per unit mass of liquid, σ - surface tension, c - consistency of emulsion, m - power index characterizing the rheological properties of concentrated emulsion.

This brief review of existing studies of the mathematical interpretation of the emulsification shows that the design features of the devices significantly affect the hydrodynamic process. Considering the lack of studied processes and absence of universal equation to determine the droplet size of emulsions, there arises a need for further research focused on the unification of the equation and a detailed study of factors influencing the process.

References:

1. Kolmogoroff A.N. On crushing drops in a turbulent flow / A.N. Kolmogoroff, A.M. Obukhov // DAN SSSR, –1949. - v. 66, No. 5, - P 825-828
2. Hinze, J.O. Fundamentals of the hydrodynamic mechanism of splitting in dispersion processes. AIChE Journal 1 1955 (3), 289–295.
3. Shinnar, R., On the behaviour of liquid dispersions in mixing vessels. Journal of Fluid Mechanics 1961.10, 259–275.
4. Sprow, F.B., Distribution of drop sizes produced in turbulent liquid–liquid dispersions. Chemical Engineering Science 1967. 22, P 435–442.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

5. Davies, J.T. A physical interpretation of drop sizes in homogenizers and agitated tanks including the dispersion of viscous oil. *Chemical Engineering Science* 1987, 42, 1671–1676.

6. Calabrese, R.V., Chang, T.P.K., Dang, P.T. Drop breakup in turbulent stirred-tank contactors. *AIChE Journal* 1986, 32 (4), 657–666.

7. Coualoglou, C.A., Tavlarides, L.L. Description of interaction processes in agitated liquid–liquid dispersions. *Chemical Engineering Science* 1977 32, 1289–1297.

8. Leng, D.E., Calabrese, R.V. Immiscible liquid–liquid systems. In: Paul, E.L., Atiemo-Obeng, V.A., Kresta, S.M. (Eds.), *Handbook of Industrial Mixing*. JohnWiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA(Chapter 12) 2004.

9. Padron G.A. Effect of surfactants on drop size distributions in a batch, rotor–stator mixer, Ph.D. Dissertation, University of Maryland, College Park, Maryland, 2005.

10. Gingras J.-P, Tanguy P.A. Effect of process parameters on bitumen emulsions, *Chemical Engineering and Processing* 44 (2005) 979–986.

11. Vankova, N., Tcholakova, S., Denkov, N. D., Ivanov, I. B., Vulchev, V. D., & Danner, T. Emulsification in turbulent flow: 1. Mean and maximum drop diameters in inertial and viscous regimes. *Journal of Colloid and Interface Science*, 312, (2007) 363–380.

12. Chenwei Liu Measurement and analysis of bimodal drop size distribution in a rotor–stator homogenizer. *Chemical Engineering Science* 102, (2013) 622–631.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

**EDUCATION OF A NEW GENERATION OF STUDENTS
ON THE PRINCIPLES OF GLOBAL EUROPEAN THINKING**

senior lecturer, Ph.D. Dyda B.

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

Анотація. Розглянуто проблеми виховання лідерських якостей у студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського. Основну увагу приділено питанням, які саме якості слід виховувати в майбутніх лідерів, які інструменти мають бути задіяні в процесі формування таких якостей, яку роль при цьому може відігравати залучення студентів до участі в програмах міжнародної академічної мобільності та в міжнародних грантових програмах формування лідерських якостей у студентської молоді.

Ключові слова: міжнародні програми, гранти, міжнародна академічна мобільність, лідерський потенціал.

На початку слід пояснити, для чого і для кого в Україні це потрібно. Для України, і, зокрема, для Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» є вкрай важливим формування нового покоління студентів, молодих вчених і викладачів, вихованих на принципах глобального європейського мислення. Для цього слід всіляко сприяти розширенню участі молоді в міжнародних програмах виховання лідерів. Це мають бути лідери з новою для нашої країни європейською ментальністю, з новими амбіціями, озброєних не лише знаннями в спеціальних технічних сферах, але й важливими для майбутньої управлінської еліти України навичками демократичних і економічних перетворень, державного управління.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Власне, це і є відповіддю на запитання, для чого і для кого це потрібно. Але за ним постає інше: які саме якості потрібні лідеру?

Їх багато, але найпершими у їхньому переліку, є напевно такі:

- високий інтелект, широкий кругозір, аналітичний розум, професійна компетентність;
- здатність швидко вчитися новому, евристичність мислення, вміння генерувати ідеї та організовувати їхнє впровадження у життя;
- вміння працювати в команді, організовувати її роботу і враховувати сильні та слабкі сторони кожного її члена;
- здатність формулювати чіткі цілі і спроможність надихати ними очолювані колективи.

Лідерські якості можуть формуватися за допомогою різних механізмів і в різних сферах освітньої, науково-технічної та соціальної діяльності молодих людей.

Виховувати такі якості у студентів КПІ можливо й шляхом залучення їх до участі у відповідних міжнародних грантових програмах.

Формування лідерських якостей в спеціальних технічних сферах у КПІ не в останню чергу є результатом збереження традицій університету – тих традицій, які закладалися з найперших років його історії.

Вже тоді серед його студентів і випускників були не лише кваліфіковані інженери-інноватори та науковці, але й очільники великих наукових колективів та організатори виробництва, лідери цілих галузей. За прикладами далеко ходити не потрібно: видатні авіаконструктори Ігор Сікорський (чиє ім'я носить тепер університет) та Дмитро Григорович; видатний вчений-металург, організатор та керівник багатьох металургійних заводів та Інституту металургії АН СРСР Іван Бардін; фундатор практичної космонавтики Сергій Корольов; конструктор авіаційних двигунів Архип Люлька; видатний вчений у галузі гідравліки та гідромеханіки і багаторічний декан механічного факультету КПІ

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Георгій Сухомел; видатний фахівець у галузі динаміки стійкості складних коливальних систем, генеральний конструктор ракетно-космічної техніки Володимир Челомей; трохи пізніше – багаторічний Президент Академії наук України, видатний організатор науки, інженер і вчений у галузі електрозварювання Борис Патон та багато-багато інших. Це були особистості, чия діяльність характеризується словами «люди, які змінили світ».

Їхні традиції сьогодні розвиває сучасне покоління інноваторів-підприємців. Успішними представниками молодого покоління інноваторів є, скажімо, Андрій Колодюк, Єгор Анчішкін і багато інших випускників КПІ. Не потребує додаткових коментарів інформація, з якою поділився зі студентами під час свого візиту до КПІ генеральний директор всесвітньовідомої корпорації «Microsoft» Стів Балмер: він розповів, що сьогодні в компанії працює понад 500 випускників Київської політехніки.

Важливим інструментом підтримки цих чудових традицій та формування лідерських якостей молодих людей, які вирішили присвятити себе роботі у сфері науки та технологій, є в КПІ Інноваційна екосистема «Sikorsky Challenge». Її складниками є:

- Стартап-школа Sikorsky Challenge;
- Фестиваль стартап-проектів Sikorsky Challenge;
- бізнес-інкубатор.

Щорічно Стартап-школа Sikorsky Challenge виводить на ринки близько 150 стартап-проектів, які міжнародне журі рекомендує інвесторам для виходу на національні та міжнародні ринки.

Але КПІ ім. Ігоря Скорьського може пишатися досягненнями своїх вихованців і у фундаментальних науках, адже серед студентів університету немало чемпіонів і призерів світових олімпіад з математики, програмування, ІТ-технологій. Стати чемпіоном світу серед студентів – це сильний мотиватор формування лідерських якостей.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Виховання лідерських якостей в КПІ здійснюється також через освітній процес, наприклад, через лекційні курси, які викладаються всім студентам університету:

- «Fundamentals of sustainable development»,
- «Startup project management»,
- «Hiroshima-Nagasaki: Peace Study Course» («Хіросіма-Нагасакі: уроки миру», який був імплементований в КПІ завдяки співпраці з Культурним фондом Хіросіми).

Значну роль у цьому плані відіграє також грантова програма ЄС «ERASMUS+ KA1», яка дає можливість, використовуючи механізмами академічної мобільності, долучитися до джерел європейської ментальності саме через освітній процес. При цьому важливою складовою як європейської ментальності, так і світової ідеології «Social Cohesion» є консенсусний підхід.

Ще однією групою інструментів, використання яких дозволяє виховувати у студентів КПІ лідерські якості, є залучення їх до роботи в громадських організаціях, рухах, органах студентського самоврядування тощо.

Скажімо, саме завдяки молодим ентузіастам вже понад 20 років у КПІ діє Український центр гендерної освіти. Упродовж довгого періоду КПІ є тим громадським середовищем в Україні, яке підтримує просування ідей гендерної рівності в Україні. Це, до речі, привело до прийняття Закону України «Про забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків».

Розмірковуючи про шляхи розвитку лідерських якостей студентів, аспірантів і молодих науковців університету, варто зазначити, що сьогодні Україні взагалі, й університету зокрема необхідна допомога у започаткуванні співробітництва саме з міжнародними грантовими програмами формування лідерських якостей молоді, а також з відповідними програмами провідних університетів Європи та США. Це, передусім, програми для країн Чорноморського регіону «Погляд у майбутнє»; Стажування в Раді Європи

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

«Державне управління»; програми Польсько-Американського фонду «Освіта для демократії»; програма Рейнско-Вестфальського технічного університету Ахена (RWTH) «Women in Engineering» («Підтримка жінок в інженерії»); Програма НАТО «Наука заради миру і безпеки»; «US Department of State Leadership Program»; Стипендія Рейгана-Фаселя (США) «Розвиток демократії»; Британські урядові стипендії Chevening Scholarships з державного управління; програма американської неурядової організації Altas Corps «Навчання демократичних та економічних реформ» тощо.

Окрім цього, багато університетів мають власні подібні програми. Деякі їхні гранти програм наші студенти виграють. Наприклад, у 2018 та 2019 роках дві делегації КПІ чисельністю 60 та 100 студенток, аспіранток і молодих жінок-вчених узяли участь у традиційній Міжнародній конференції Євросоюзу «Perspektywy Women in Tech Summit», яка має гендерну спрямованість і наближає нас до європейських цінностей.

Нині надзвичайно актуальним є завдання забезпечити істотне збільшення учасників подібних програм. Тому КПІ проводить цілеспрямовану роботу щодо залучення студентів до участі у міжнародних студентських обмінах через програми академічної мобільності, у виборюванні грантів у програмах ЄС, інших міжнародних проєктах. І однією з цілей такого залучення є виховання нового покоління молоді та студентів і формування у них лідерських якостей.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 678.5

THE IDEA OF PLASTIC PROCESSING IN THE CONTEXT OF CONTROLLING ENVIRONMENTAL POLLUTION

V. Derksen, student; M. Byshko, PhD-student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано проблему забруднення пластиком навколишнього середовища. Визначено тенденції до зростання обсягів пластикового сміття, що загрожує стабільному існуванню екосистем. Зазначено підходи до зменшення негативних факторів внаслідок споживання пластику. Запропоновано ідею, що сприяє активізації вторинної переробки пластикових відходів з переробкою їх на функціональні вироби.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКОЛОГІЯ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ПЛАСТИК, ПЕРЕРОБКА

SUMMARY

The problem of plastic pollution of the environment is analyzed. Trends in the growth of plastic waste, which threatens the stable existence of ecosystems, have been identified. Approaches for reduction of negative factors due to plastic consumption are indicated. The idea that promotes recycling of plastic waste with their processing into functional products is proposed.

KEY WORDS: ECOLOGY, ENVIRONMENT, PLASTIC, PROCESSING

Every year, tens of millions of tons of plastic are released into the environment, harming biodiversity, the economy and, potentially, human health. Out of the 9 billion

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

tons of plastic produced in human history, only 9 % has been recycled. Most plastic ends up in landfills or the environment. Global plastic production is growing rapidly. By 2030, the world can be potentially producing about 619 million tons of plastic a year. If the current models of consumption and waste management are not changed, by 2050 about 12 billion tons of plastic wastes will be found in landfills and the environment, and global gas emissions related to the life cycle of plastic may be up to 10...13 % of the balance of our emission limit, which must be maintained to keep the temperature rise on the planet within 1,5 °C. [1, 2]

Most types of plastic produced do not have the ability to biodegrade. Instead, they slowly break down into smaller particles - microplastics. Particles of plastic have been found in table salts, and studies show that microplastics are found in 90 % of bottled and 83 % of tap water. Being eaten by fish, microplastics can also get into our food chain. There is evidence that toxic chemicals used in the production of plastics are transferred to animal tissues, and, as a result, entering the human food chain. Plastic waste is often incinerated for heating or cooking, exposing people to toxic emissions. Burning plastic in the open air releases harmful gases such as furan and dioxin. [1]

According to forecasts, the trend of rapid growth of global production and processing of plastics will continue for the next 10...15 years [1]. Hydrocarbon producers intend to increase fossil fuel production by another 40% over the next 10 years, and plastics are expected to account for 20 % of global oil consumption. Companies, including Shell and ExxonMobil, have invested \$180 billion in plastic production since 2010, using cheap natural gas from hydraulic fracturing in the United States. European companies are also actively using fracking gas. For example, Ineos Corporation is investing the largest in the EU in the last 20 years in infrastructure for the production and processing of plastics. It is also reported that in Asia, petrochemical manufacturers, including Sinopec, Petronas and Hengli

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Petrochemical, are investing billions of dollars in expanding the production and processing of plastics. [2]

It is obvious that with increasing production of plastic, its impact on the environment, including humans, will only increase [2].

Many plastics are designed to be discarded immediately after use. Thus, plastic packaging, the largest source of plastic waste, accounts for the largest share of world plastic production. To reduce plastic contamination, many manufacturers of everyday consumer goods (FMCG-companies) have made various voluntary commitments to make their plastic packaging more suitable for reuse, composting or recycling. However, to date, no large FMCG-company has committed to reduce the total volume or number of units sold in disposable packaging or to invest heavily in reusable delivery systems [2].

In such conditions, a partial, but quite effective, solution is to move to more cyclical models of design and production. Currently, there are many different options for reusing packaging, and with the help of innovations they can be developed even more. FMCG-companies and plastic manufacturers have long promoted the idea that recycling is the best way to prevent plastic in landfills, but more than 90 % of all plastic produced is never recycled [2].

Plastic packaging made of polyethylene terephthalate (PET) (e.g. bottles for carbonated water and water) and high density polyethylene (HDPE) (e.g. milk jugs, washing powder containers) is usually subject to build up in many separate waste collection systems, but the rate of recycling for it is still shockingly low: half of the PET sold is never going for recycling. Most of the plastic packaging is processed into lower quality products that are not subject to further processing [2]. For example, today about 1 million plastic bottles are used in the world every minute [1], and only 7 % of these bottles are converted into new ones [2]. This determines the potential for the creation of new and development of existing processing technologies.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

One of the options that help solve the problem of plastic processing is to expand the use of additive technologies. The potential for the implementation of this area is a significant reduction in cost and growing proliferation of 3D-printing technologies, which allows you to create compact workstations and production literally at home. However, 3D-printing requires raw materials, of which, today, plastics supplied in the form of filament (printed threads) are widely used. It is not necessary to use plastics exclusively from primary raw materials - they can be obtained by recycling, including from plastic waste. In the latter case, the cost of obtaining a filament is minimized, which leads to a significant reduction in cost, and, consequently, increase the availability of products made from it.

The essence of the proposed idea is to create and distribute equipment for the production of filament in order to produce raw materials for the manufacture of functional products demanded by the consumer, including artificial products that meet the individual needs of the consumer. The proposed equipment should be comparable in compactness and no less accessible than devices for 3D-printing. Small extruders and grinders can become such equipment. Development of this equipment, promotion of its implementation and use both privately and in small businesses will increase the amount of recycled plastic by increasing the motivation and level of involvement of citizens in solving the problem of pollution, localization of plastic waste recycling, and reducing recycling chains and transformation cycles waste into products.

References:

1. Состояние пластика. Всемирный день окружающей среды 2018 / https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED_RU.pdf.
2. Будущее в мусорной корзине: как бизнес принимает неверные решения по проблеме пластикового загрязнения. / https://greenpeace.ru/wpcontent/uploads/2019/10/FalseSolutions_RU.pdf.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

СЕКЦІЯ 2
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

UDC 664.661

**HYDRAULIC RESISTANCE INVESTIGATION OF GAS
DISTRIBUTION DEVICE IN APPARATUS WITH PSEUDO-LIQUEFIED
LAYER**

student V. Voitiuk, PhD, prof. V. Marchevsky, PhD, assistant Y. Grobovenko

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract:** The apparatus description of the fluidized bed and the results of the hydraulic resistance investigation of the gas distribution device.*

***Keywords:** gas distribution device, fluidized bed apparatus, hydraulic resistance, fluidized bed.*

***Анотація:** наведено опис апарату псевдозрідженого шару, та результати дослідження гідравлічного опору газорозподільного пристрою.*

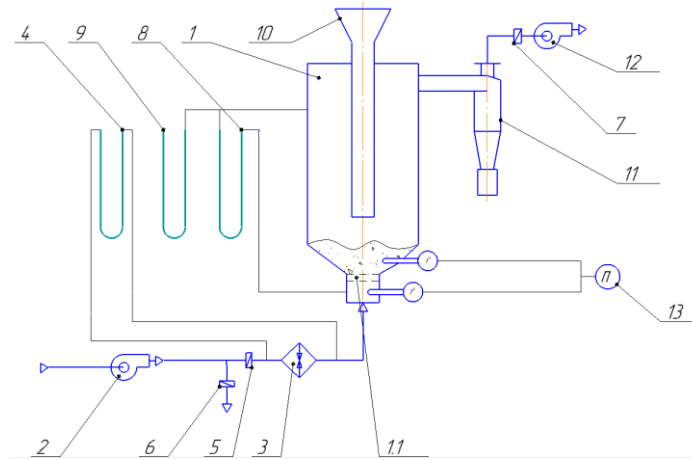
***Ключові слова:** газорозподільний пристрій, апарат псевдозрідженого шару, гідравлічний опір, псевдозріджений шар.*

To ensure uniform distribution of the gaseous coolant (air) in the apparatus with a fluidized bed, gas distribution devices are used. Reliability of work of the device depends on a design quality of the gas-distributing device.

The purpose of the study: to ensure uniform and stable parameters of the fluidized bed of perlite, the formation of a stable superlattice zone and determine the basic parameters of the gas distribution device.

A gas distribution device for the study of hydraulic resistance, which consists of a gas distribution grid and a column grid, has been developed and created. Gas distribution grilles with hole diameters of 3 mm, 4 mm, and 5 mm were used for the study. Used together with a columnar mesh, the columns of which are 2 mm thick and the gaps between them are 0.1 mm, to create a layer of perlite in the apparatus with a minimum particle size of 0.14 mm without sinking them into the lattice space.

The studies were performed in the apparatus of the fluidized bed (Figure 1). The device works as follows. Perlite from the furnace is loaded into the cooler 1, where it enters the gas distribution device. The air through the fan 2 enters the lower part of the apparatus and, passing through the gas distributor 1.1, creates a fluidized bed of crushed material.



1 - apparatus of the fluidized bed; 1.1 - gas distribution device; 2 - air supply fan; 3 - diaphragm for measuring volumetric air flow; 4 - water differential pressure gauge, which measures the pressure drop across the diaphragm; 5,6,7 - gates; 8,9 - differential pressure gauges; 10 - boot device; 11 - cyclone; 12 - exhaust fan; 13 - electronic temperature and time meter for carrying out the cooling process.

Figure 1 - Scheme of the apparatus of the fluidized bed for cooling perlite

The coefficient of hydraulic resistance depends on the following process parameters: the diameter of the holes, the velocity of the coolant, the fraction of the living area [1]. Due to this, it is not possible to determine the absolute constant coefficient of hydraulic resistance of the gas distribution device. The coefficient of hydraulic resistance is determined by the static pressure drop on the gas distribution device. To determine the coefficient of hydraulic resistance of the gas distribution device in a laboratory installation [2], three gas distribution grids with different hole diameters of 3 mm, 4 mm, and 5 mm were investigated. Used together with the column mesh with columns 2 mm thick and the gaps between them 0.1 mm.

According to the results of the study, the coefficient of hydraulic resistance of the gas distribution device with holes in the grille with a diameter of 3 mm is lower than the resistance coefficients of gas distribution grilles with hole diameters of 4 mm and 5 mm (Figure 2), which reduces energy consumption during the process [3]. It was also determined that when installing a column grid in the gas distribution device, the coefficient of hydraulic resistance increases with increasing diameter of the holes of the gas distribution grille.

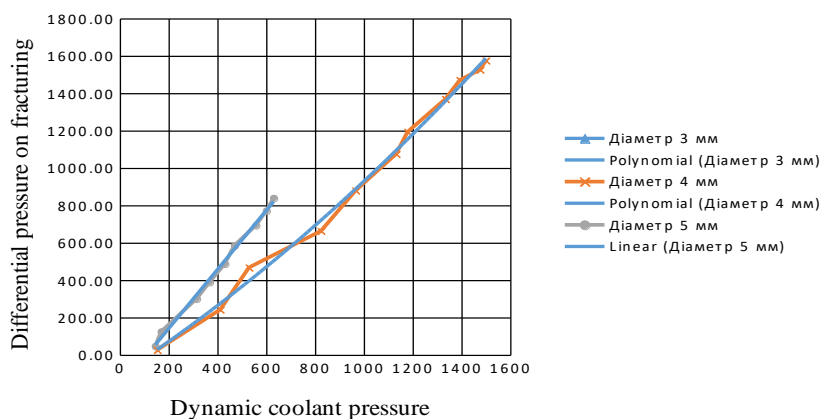


Figure 2 — The hydraulic resistance coefficient dependence of fracturing on the living area of the fracturing holes

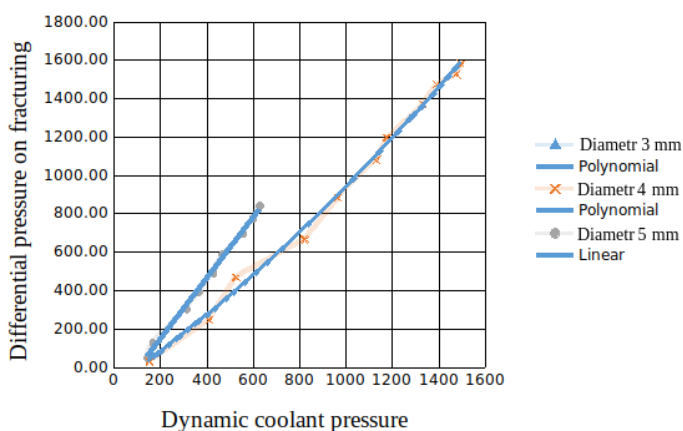


Figure 3 — The dependence of the pressure drop on the fracturing device on the dynamic pressure of the coolant

Also as a result of the carried-out researches for a gas-distributing lattice with a diameter of apertures of 3 mm there is a possibility of more exact adjustment of speed of the heat carrier. Which allows to provide uniform and constant parameters of the fluidized bed.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Conclusions: the gas distribution device was designed and developed to ensure uniform and constant parameters of the fluidized bed, dependences for the calculation of hydraulic fracturing resistance coefficients were established.

References:

1. Derbunovych H. Y., Zemskaya A.S., Rpyk E.U., Sosedko Yu.P. K voprosu o hydravlycheskom soprotivlenyy setok. – Uchebnye zapysky CHYU, 1980, t. 11, №2.
2. Voytyuk V.O., Marchevsky V.M., laboratorna ustanovka dlya doslidzhennya oxolodzhennya perlitu Resursoenerhozberihayuchi texnologiyi ta obladnannya materialy: XVII vseukr. nauk.-prakt. konf. stud., asp. i mol. vchen., m. Kyiv, 25-25 lystop. 2019, Kyiv, 2019r. S. 10-11.
3. Kutateladze S.S. Teploperedacha y hydrodynamycheskoe soprotivlenye; Spravochnoe posobyе-. M. Enerhoatomyzdat, 1990, 369s.: Yl.

UDC 676.056.521

DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL INSTALLATION

student Hritsiuk H.I., senior lecturer, Ph.D. Novokhat O. A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract.

An installation for drying perlite by infrared radiation has been developed. The method and procedure of the experiment are given. The scheme and photo of the installation for drying perlite by infrared radiation are given.

KEYWORDS: *PERLITE, DRYING, INFRARED RADIATION, DESICCATOR, DRYING CABINET*

Анотація.

Розроблено установку для сушіння перліту інфрачервоним випромінюванням. Наведено методику та порядок проведення експерименту. Наведено схему та фото установки для сушіння перліту інфрачервоним випромінюванням.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ПЕРЛИТ, СУШІННЯ, ІНФРАЧЕРВОНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЕКСИКАТОР, СУШИЛЬНА ШАФА*

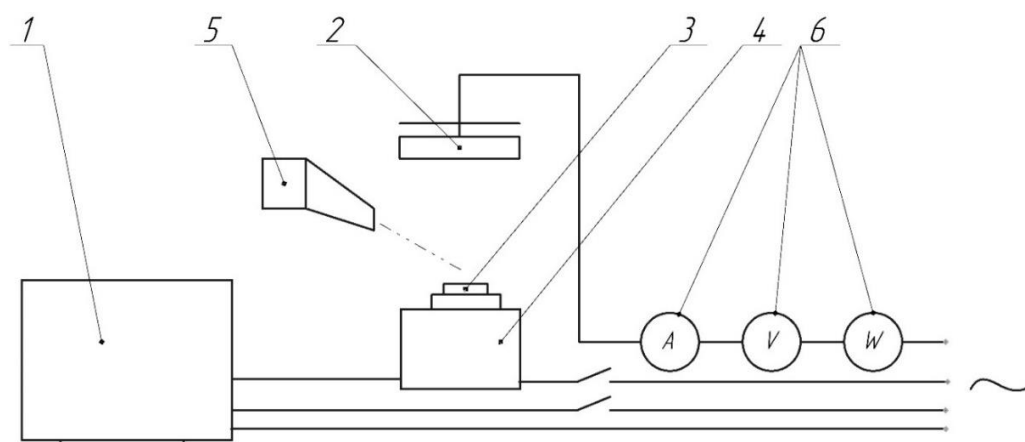
To verify the adequacy of the mathematical model, a laboratory setup was developed (Fig. 1)

The experimental setup consists of:

- infrared ceramic electric emitter type ECH4, the heating element of which is a rheostat wire, poured into the ceramic housing. The maximum power of the radiator is 1 kW;
- electronic scales Kern 440-21A, which allows you to measure the weight of the sample up to 60 grams. Measurement error is not more than 0.001 g, frequency of measurements – 3 measurements per second;

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

- the computer provides continuous recording and processing of measurement results from electronic scales;
- pyrometer TN425LE non-contact measures the surface temperature of perlite with a relative error of $\pm 0.5\%$;
- Wattmeter, ammeter, and voltmeter constantly measure the voltage, current, and power of the emitter, which are necessary to monitor the operation of the infrared emitter.



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 installation is designed for drying perlite using infrared radiation (IR).

The photo of the experimental installation is shown in Figure 2.

The method of the experiment.

Samples of perlite of three fractions were taken for experiments. Initially, the mass of absolutely dry material was established. Afterward, the perlite was kept in a desiccator to obtain the required moisture content. After that, the samples were dried in a laboratory to a constant weight, then weighed, and their masses were recorded in the journal.



1 – personal computer (PC); 2 – infrared emitter; 3 – platforms for placing perlite; 4 – electronic scales; 5 – pyrometer

Figure 2 - Photo of the experimental installation for drying perlite by IR radiation

The voltage, current, and power of the meter are measured with a voltmeter, ammeter, and wattmeter and recorded manually.

Weight change is automatically measured by scales and recorded in Microsoft Excel 2007 on a computer.

The surface temperature of perlite is constantly measured with a pyrometer, and time - with a stopwatch with a relative error of 0.5%.

The order of the experiment

1. Check the serviceability of the installation and its grounding;
2. Take heat-resistant packaging - 3 pcs. Number
3. Weigh empty containers.
4. Pour perlite of different fractions into each container.
5. Weigh the container again.
6. Dry perlite in a container in an oven, $t \approx 200^{\circ}\text{C}$; $\tau \approx 3 \text{ h}$.
7. Weigh the dried perlite in the container.

8. Place a container of water in the desiccator at the bottom. Then place the container with perlite in the desiccator without direct contact of perlite with water. Close the desiccator tightly with a lid.
9. To check the moisture content of perlite in the desiccator, select some amount of perlite. Weigh. Dry up. Weigh again and determine the moisture content of perlite by the formula:

$$\omega = \frac{m'_{per} - m''_{per}}{m'_{per}},$$

where m'_{per} - is the mass of perlite before drying;

m''_{per} - a mass of perlite after drying.

At humidity <15% to extend the duration of saturation of perlite with moisture in a desiccator.

10. Take the perlite of a certain fraction. Set a certain distance from the infrared emitter (IR) to the platform (perlite). Start the PC and check the settings.
11. Check the ammeter, voltmeter, and wattmeter for the required mains voltage.
12. Measure the initial temperature of the cardboard surface with a pyrometer.
13. Turn on the scales and the infrared emitter.
14. Conduct a series of experiments. Periodically (once every 3 – 5 seconds) measure the perlite surface temperature reading with a pyrometer and record it next to the corresponding time readings.
15. After achieving stabilization of the value of the mass of cardboard, stop the transmission of readings.
16. Weigh samples of dried perlite and place in a desiccator to maintain a constant humidity.
17. Turn off the IR, scales, PC, and pyrometer.
18. Clean the workplace.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The developed laboratory installation and methods of conducting experimental research make it possible to conduct experiments on drying perlite by radiation. According to the obtained data, it is possible to establish the kinetic regularities of this process [1].

References:

1. O.A. Novokhat. The process of drying fluting using the energy of infrared radiation [Electronic resource]: monograph. / O.A. Novokhat, V.M. Marchevsky. - К .: National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», 2018 - 201 p.

УДК 676.056.4

PRESSING PART OF THE MODERNIZED CARDBOARD MACHINE

student Hlamazda D. O., professor, Ph. D. Marchevskyi V. M.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract:

The influence of pressing on the strength characteristics of cardboard is described and the corresponding design of the pressing part of the modernized cardboard machine is given.

KEYWORDS: *PRESSING, PRESSING PART, CARDBOARD, CARDBOARD MACHINE, MODERNIZATION.*

Анотація:

Описаний вплив пресування на міцнісні характеристики картону та наведена відповідна конструкція пресової частини модернізованої картоноробної машини.

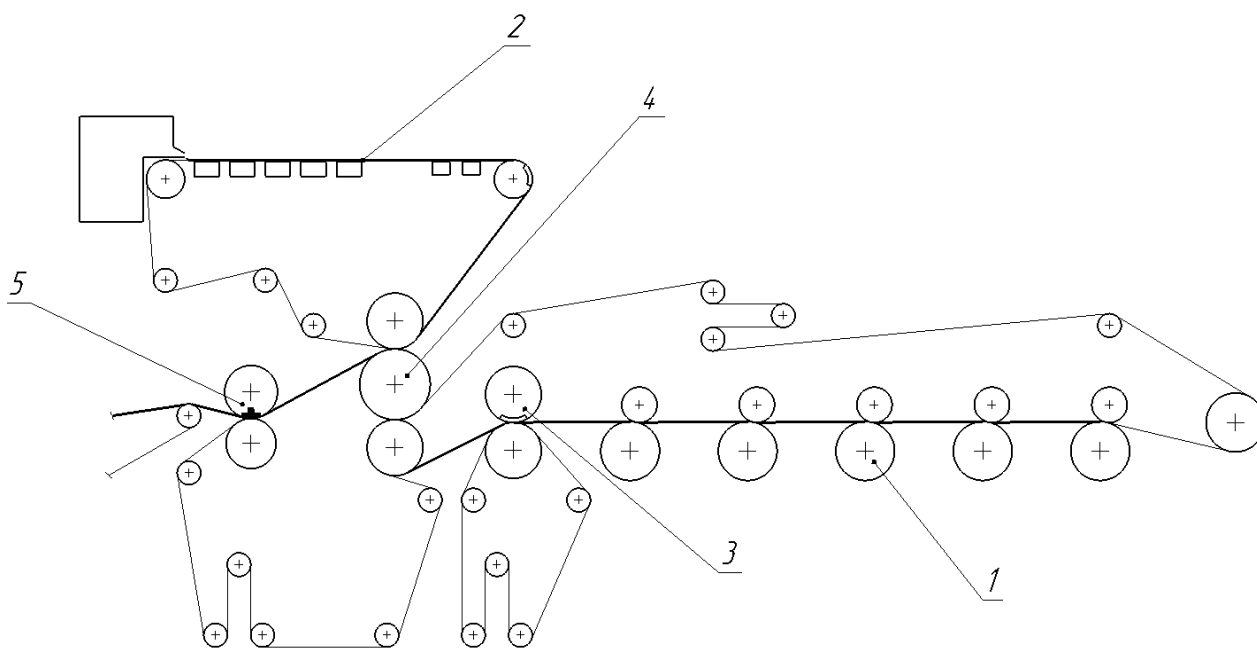
КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ПРЕСУВАННЯ, ПРЕСОВА ЧАСТИНА, КАРТОН, КАРТОНОРОБНА МАШИНА, МОДЕРНІЗАЦІЯ.*

The main purpose of cardboard machine presses is to remove a significant amount of water retained by capillary forces and free liquid left after the mesh part due to insufficient vacuum or short-term vacuum action.

In addition to increasing the dryness of the cardboard canvas, which reduces the steam consumption for drying, pressing also improves the strength characteristics of the cardboard, such as breaking length. Increasing the strength of the cardboard is provided by increasing the number of contacts between the fibers and reducing the porosity of the cardboard fabric. Moreover, the increase in strength increases depending on the number of compressions with a consistent increase in pressure.

Therefore, the most optimal condition for increasing the breaking length is a consistent increase in pressure during repeated pressing [1].

A similar method of increasing the strength of cardboard was used by us in the project of modernization of a cardboard machine. Schematic diagram of the press part of the modernized machine (Figure 1) contains three presses installed in series along the movement of the cardboard canvas. The cardboard canvas, which formed on vacuum formers, arrives on a gouch-press with a dryness of 18%. The gouch-press filters out a water from a cardboard surface and capillaries under the action of vacuum and moderate pressure in capture of shafts.



1 – vacuum forming cylinder; 2 – flat mesh former, 3 – gouch-press;
4 – three-shaft rotary press; 5 – shoe press.

Figure 1. Scheme of the press part of the modernized cardboard machine

The cardboard canvas, pressed between two fabrics of a gauch-press to dryness of 25..30%, goes to the first capture of a three-shaft rotary press.

In the first capture of shafts of a three-shaft rotary press pressing of a cardboard canvas between two clothes with the increased pressure to dryness of 32..38% is

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

carried out. The cardboard canvas pressed in the first capture is sent to the second press capture. At the same time in the second capture the cardboard canvas formed on a flat-mesh former is directed. Cardboard canvases are joined and dehydrated under the high pressure between two shafts.

The cardboard canvas, connected and dehydrated between the net and the cloth in the capture of the press to a dryness of 45..50%, is sent to the capture of the shoe press.

Dehydrated with a shoe press cardboard canvas to a dryness of 55..57% is sent to the drying part of the cardboard machine.

The press part of the modernized cardboard machine is equipped with modern presses. The gouch-press contains a lower press cloth and two shafts, the upper suction and lower – a shaft with a hydraulic support of the shell, made of a hollow core and applied to the movable shell layer of heat-resistant polyurethane.

The three-shaft rotary press contains a press cloth, the lower shaft with hydraulic support of the shell on which surface the rubber layer with drilled blind apertures for intensification of process of filtration of water is put, the central and top - smooth, with a polyurethane covering of shells of shafts.

The shoe press contains the upper drive shaft, under which the shoe, the press belt and the support beam are located. A feature of the press belt is drilled on its outer surface blind holes capable of self-cleaning under the action of compressed air in them and centrifugal forces [2].

Thus, the press part of the modernized cardboard machine provides effective pressing with high final dryness of a cardboard canvas.

References:

1. Дернова Е. В., Гораздова В. В., Гурьев А. В. Влияние условий прессования на формирование структуры и физико-механических свойств флютинга // Лесн. журн. 2016. № 5. С. 177–188. (Изв. высш. учеб. заведений).

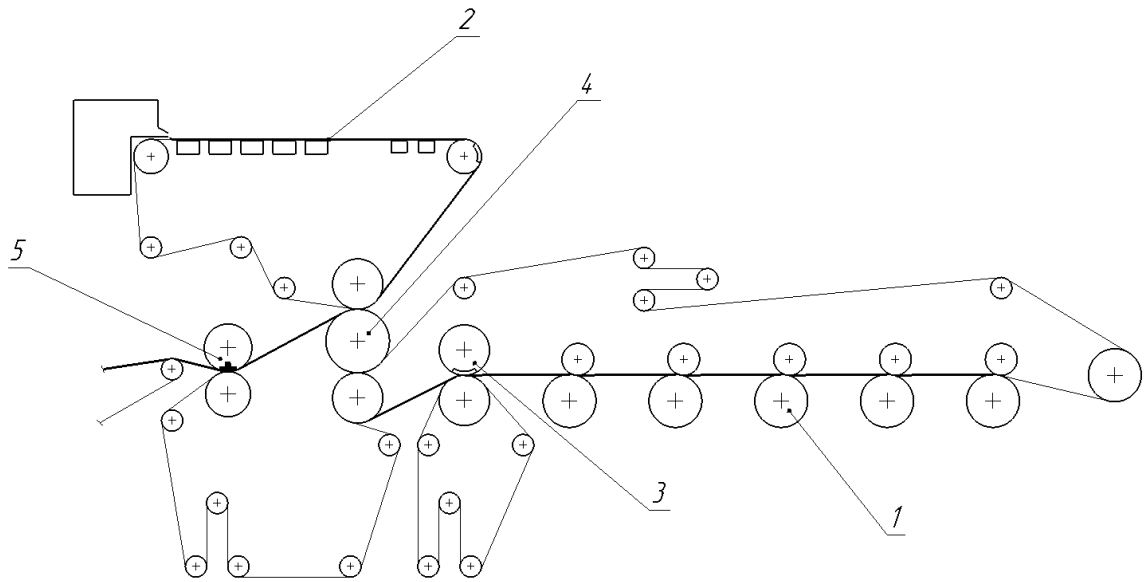
XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

2. Nikolaiev V. O. Modernization of the belt of the shoe press of the cardboard machine / V. O. Nikolaiev, V. M. Marchevskiy // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: збірник тез доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, м. Київ, 21-22 травня, 2020 р. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 125–128. – Бібліогр.: 3 назви.

Основним призначенням пресів карторобних машин є видалення значної кількості води, що утримується за рахунок капілярних сил, та вільної рідини, яка лишилася після сіткової частини через недостатнє розрідження або нетривалу дію вакууму.

Окрім збільшення сухості картонного полотна, що зменшує витрати пари на сушіння, пресування також впливає на покращення міцнісних характеристик картону, наприклад, розривної довжини. Підвищення міцності картону забезпечується збільшенням числа контактів між волокнами та зменшення пористості картонного полотна. Причому, збільшення показників міцності зростає в залежності від кількості пресувань з послідовним збільшенням тиску. Тому найбільш оптимальною умовою, що забезпечує приріст розривної довжини, є послідовне збільшення тиску при багатократному пресуванні [1].

Аналогічний метод збільшення міцності картону використаний нами в проекті модернізації картоноробної машини. Принципова схема пресової частини модернізованої машини (рисунок 1) містить три преси, встановлені послідовно по ходу картонного полотна. Картонне полотно, сформоване на вакуумформерах, поступає на гауч-прес з сухістю 18%. Гауч-прес під дією вакууму і помірного тиску в захваті валів відфільтровує з картону поверхневу і капілярну воду.



- 1 – вакуумформуючий циліндр; 2 – плоскосітковий формер; 3 – гауч-прес;
4 – трьохвальний поворотний прес; 5 – башмачний прес.

Рисунок 1. Схема пресової частини модернізованої картоноробної машини

Картонне полотно, відпресоване між двома сукнами гауч-пресом до сухості 25..30%, направляється в перший захват трьохвального поворотного преса.

В першому захваті валів трьохвального поворотного преса здійснюється пресування картонного полотна між двома сукнами з підвищеним тиском до сухості 32..38%. Відпресоване в першому захваті картонне полотно направляється в другий захват преса. Одночасно в другий захват направляється картонне полотно, сформоване на плоскосітковому формері. Картонні полотна з'єднуються і зневоднюються під великим тиском валів.

Картонне полотно, з'єднане і зневоднене між сіткою і сукном в захваті преса до сухості 45..50%, направляється в захват башмачного преса.

Зневоднене башмачним пресом картонне полотно до сухості 55..57% направляється на сушильну частину машини.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Пресова частина модернізованої машини оснащена сучасними пресами. Гауч-прес містить нижнє пресове сукно та два вали, верхній відсмоктуючий і нижній – вал з гідропідтримкою оболонки, виконаний з пустотілим осердям та нанесеним на рухому оболонку шаром термостійкого поліуретану.

Трьохвальний поворотний прес містить пресове сукно, нижній вал з гідропідтримкою оболонки, на поверхню якої нанесений шар гуми з просвердленими глухими отворами для інтенсифікації процесу фільтрації води, центральний та верхній – гладкі, з поліуретановим покриттям оболонок валів.

Башмачний прес містить верхній привідний вал, під яким розташовані пресова стрічка башмак, та опорна балка. Особливістю пресової стрічки є просвердлені на її зовнішній поверхні глухі отвори, здатні до самоочищення під дією стисненого повітря в них та відцентрових сил [2].

Таким чином, пресова частина модернізованої картоноробної машини забезпечує ефективне пресування з високою кінцевою сухістю картонного полотна.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDK 66.047.75

ZEOLITE

PhD student Kushniruk V.M., senior lecturer, Ph.D. Novokhat O. A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація

Наведено важливу роль цеоліту в різних галузях, зокрема сільському господарству, тваринництву, хімічній промисловості тощо. Вказано можливі варіанти застосування цеоліту в усіх галузях. Описано структуру цеоліту, його характеристики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦЕОЛІТ, МІНЕРАЛ, ПРИРОДНИЙ ЦЕОЛІТ, ГАЛУЗЬ.

Abstract

The important role of zeolite in various industries, including agriculture, animal husbandry, chemical industry, etc. Possible applications of zeolite in all industries are indicated. The structure of zeolite, its characteristics are described.

KEYWORDS: ZEOLITE, MINERAL, NATURAL ZEOLITE, INDUSTRY.

Zeolite is a natural mineral that is widely used in such industries as chemical and food industries, oil refining and medicine. This is due to the fact that zeolite has unique adsorption, cation exchange and catalytic properties.

In the food industry, zeolite is used to purify ethyl alcohol from water residues, as a food antiseptic and as a food adsorbent (dairy industry). It is also used as filler for cardboard for packaging, to increase the shelf life of vegetables and fruits and for safe transportation [1]. Fruits and vegetables are stored much longer, because zeolite is able to absorb oxygen with the release of nitrogen, and additionally maintain a constant humidity, which slows down the spoilage process.

In the chemical industry with the addition of zeolite make detergents and fertilizers. Natural zeolite is used in water treatment - both drinking and surface water,

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

both in the home (household filters) and on an industrial scale (wastewater treatment of heavy metals and suspended particles), gradually displacing the obsolete activated carbon.

In the medical field zeolite is used to absorb toxic substances, poisoning and bloating, fights the symptoms of radiation sickness, accelerates regeneration processes in the body, fills the body with missing nutrients.

In animal husbandry, zeolite is used to make compound feed, which is used as an odor absorber. And when breeding fish, it allows you to increase their reproductive capacity. For birds, zeolite acts as a nutrient, helping bees to winter, creating an optimal microclimate. [1]

Zeolite is a natural mineral of volcanic-sedimentary origin, which has a porous internal structure.

The general type of mineral is presented below (Fig. 1).



Figure 1 – Zeolite

Zeolite is extracted from the earth's rock, as it belongs to the available natural raw materials. Minerals are located close to the earth's surface, so their extraction is not particularly difficult.

One of the features of the zeolite structure is a rough surface that has pores and channels and is explained by the frame structure of the structure. The framework consists of tetrahedra, the vertices of which form octagonal rings. Thus it creates channels in the structure of the zeolite. Inside the channels are water molecules

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

("zeolite water"), as well as cations of alkali and alkaline earth metals (Ca^{2+} , Na^+ , K^+). Having a large number of entrance windows on the surface, a structure permeated by channels, a complex of cations within itself, it is possible to use zeolite as a "molecular sieve" and replace cations that can pass through the molecular window on the structural cations of the mineral [2].

The general structure of the zeolite is shown in Fig. 2.

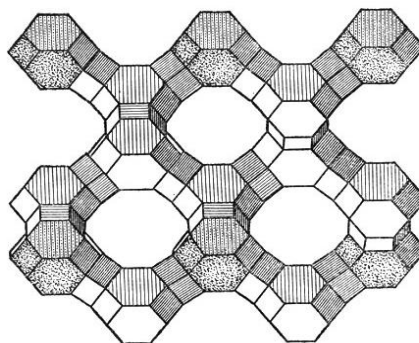


Figure 2 - Structure of zeolite molecules

Zeolite channels are usually not homogeneous. In some places there are wide cavities, and in some places they, on the contrary, strongly narrow. Various cations and molecules can penetrate into the cavity through the channels and linger here. The wider the channels in their narrowest places, the larger can be the molecules that penetrate into the cavity. In some zeolites, these channels are so large that some organic molecules can penetrate them. In other words, zeolites can act as "molecular sieves", separating small molecules that can penetrate their channels from large ones that do not. Each zeolite is characterized by an upper limit of molecules that can penetrate it.

References

1. "Natural zeolite," [Online]. Available: <https://www.zeolite.com.ua/>. [Date of application: November 3, 2020].
2. "NATURAL ZEOLITE" SOKIRNIT ", GC" Zeolite Technologies ", [On the Internet]. Available: <http://zeomix.ru/>. [Application date: November 3, 2020].

УДК 676.056.4

COVERINGS OF PRESS SHAFTS OF CARDBOARD MACHINES

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

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract:

The types of polymer coating of press rolls of cardboard machines, the expediency of their use for intensification of the pressing process are presented. The most common breakdowns of the coating during shaft exploitation and their causes are described. The methods of preventing the destruction of the shaft cover are given.

KEYWORDS: *PRESSING, PRESS ROLL, CARDBOARD MACHINE, POLYURETHANE.*

Анотація:

Наведені види полімерного покриття пресових валів картоноробних машин, доцільність їх використання для інтенсифікації процесу пресування. Описані найбільш поширені руйнування покриття під час експлуатації валів та їх причини. Наведено методи запобігання руйнування покриття валів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ПРЕСУВАННЯ, ПРЕСОВИЙ ВАЛ, КАРТОНОРОБНА МАШИНА, ПОЛІУРЕТАН.*

To reduce the wear of the press cloths, increase the service life of the shafts and the efficiency of the pressing process, the surface of the press rolls is covered with a layer of elastic polymer. As a coating, solid rubber and polyurethane are most commonly used.

In addition to corrosion protection of steel or cast iron sheaths of press rolls, the use of polymer coatings allows to increase the width of the pressing zone and, consequently, its durability. The duration of pressing is one of the limiting factors

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

(along with linear pressure) affecting the ultimate dryness of the cardboard web at the outlet of the press [1].

Also, for intensification of the pressing process, grooves can be cut on the surface of the polymer coating: 0,5..1 mm wide, 3..5 mm deep and 1,75..4 mm in step; or holes can be drilled with a diameter of 2,3..4 mm and a depth of 10..13 mm [1].

However, the violation of the integrity of the polymer coating causes a change in the technological parameters of the production of cardboard, namely the contact area of the shaft, and, consequently, the uneven distribution of stresses in the grip of the press and reduce the quality of pressing.

The most dangerous defect is the destruction of the adhesive connection between the polymer coating and the shaft sheath. Generally accepted is the following classification of fractures: adhesive, cohesive and mixed. The cause of fracture, namely the exfoliation of the coating material, is insufficient adhesion of the coating to the shaft sheath due to high stresses and large deformations in the polymer layer. Experience shows that the most likely site of destruction is the edge of the coating. This phenomenon was called the edge effect [2]. To reduce stresses and deformations in the polymer coating layer of the shaft, the edges of the coating is made oblique.

Another destructive factor is the influence of high temperatures. The temperature in the press parts of papermaking and cardboard machines is 50..70 °C and can increase up to 90 °C. The influence of high temperatures, even for a short period of time, leads to a decrease in the strength of the coating and «metal-polymer» compounds [3].

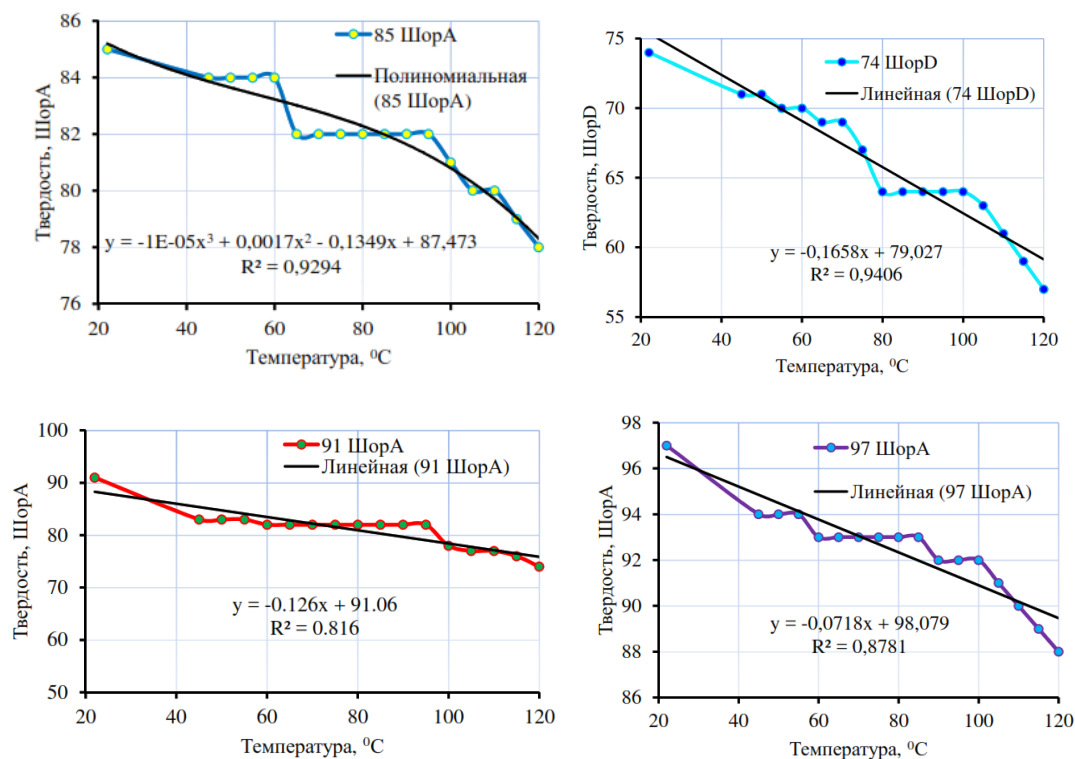


Figure 1. Graphs of temperature dependence of hardness of polyurethane samples.

For choosing a polymer coating, as an indicator of its physical and mechanical properties, use hardness is the most common, Figure 1. After all, the hardness of polymeric materials is unstable and varies with temperature. For example, polyurethane with a hardness of 65 ShoreA at 20 °C at a temperature of -5 °C has a hardness of 73 ShoreA, and at 80 °C – 53 ShoreA [4].

References:

1. Коновалов А.Б., Смирнов В.А. Прессовые части бумагокартоноделательных машин: Учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2006. 91 С.: ИЛ.50. - ISBN 5-230-14391-6.
2. Санников А.А., Королев А.В. РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОКРЫТИЙ ПРЕССОВЫХ ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

МАШИН С УЧЕТОМ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2.

3. Ефимов И. Н. Обезвоживание и прессование бумажного полотна / И. Н. Ефимов. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1988. – 156 с.

4. Королев А.В., Воронцов С.В., Санников А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПРЕССОВЫХ ВАЛОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.026.4

**WAYS OF DEVELOPMENT OF THE GAUCH-PRESS
OF FORMING PART OF CARDBOARD MACHINE**

student Galaykovskiy A.O., senior lecture, Ph.D. Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація

Проаналізовано розвиток конструкцій гауч пресів. Визначені наступні напрями модернізації конструкцій – підвищення ефективності, зносостійкості та зменшення габаритів формуючої частини картоноробної машини. Поставлені задачі вирішені шляхом встановлення гауч пресу після вакуум формерів та установивши гауч вал зверху вала з гідронідтримкою. Також нижній вал виконаний з пустотілим осердям та нанесеним на рухому оболонку шар термостійкого поліуретану. Запропонована конструкція формуючої частини, дає змогу підвищити ефективність, зносостійкість та зменшити габарити конструкції.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ГАУЧ-ПРЕС, ПРЕСУВАННЯ, ВАЛ З ГІДРОПІДТРИМКОЮ, КАРТОННЕ ПОЛОТНО, КАРТОНОРОБНА МАШИНА, ВІДСМОКТУЮЧИЙ ВАЛ*

Summary

The development of designs of couch presses is analyzed. The following directions of modernization of constructions are defined - increase of efficiency, wear resistance and reduction of dimensions of the forming part of the cardboard making machine. The tasks are solved by installing a couch press after vacuum formers and installing a couch shaft on top of the shaft with hydraulic support. The lower shaft is also made with a hollow core and a layer of heat-resistant polyurethane applied to the

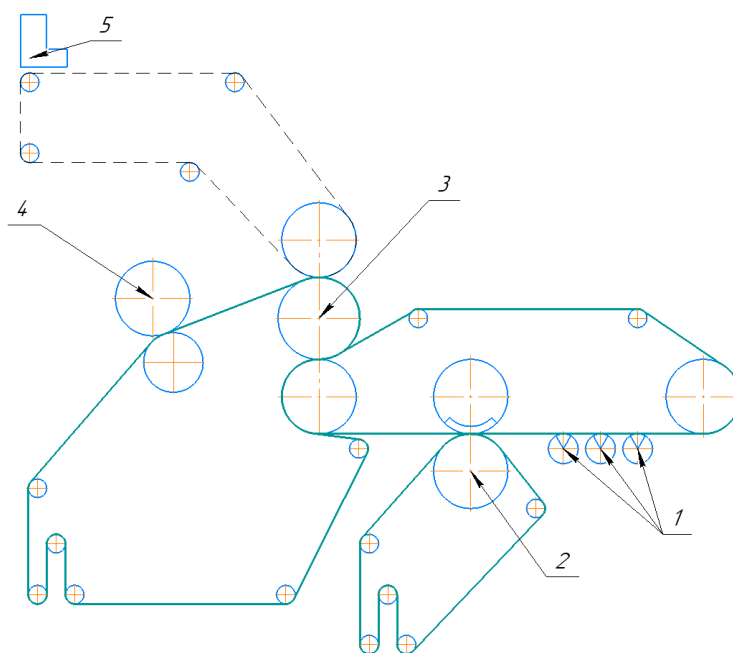
XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

movable shell. The proposed design of the forming part allows increasing the efficiency, wearing resistance and reducing the dimensions of the structure.

KEYWORDS: GAUCH-PRESS, PRESSING, SHAFT WITH HYDRAULIC SUPPORT, CARDBOARD CANVAS, CARDBOARD MACHINE, SUCTION SHAFT

Cardboard and paper production is a very energy-intensive process. In terms of energy consumption, these products are in second place after the metallurgical industry worldwide. That is why the modernization of the forming part, which aims to reduce energy consumption, is relevant.

The design of the forming part, which is based on the existing cardboard machine company "Voith" [1], was chosen for the given conditions. However, to increase efficiency and compactness, it was decided to remake the current version (Fig. 1).

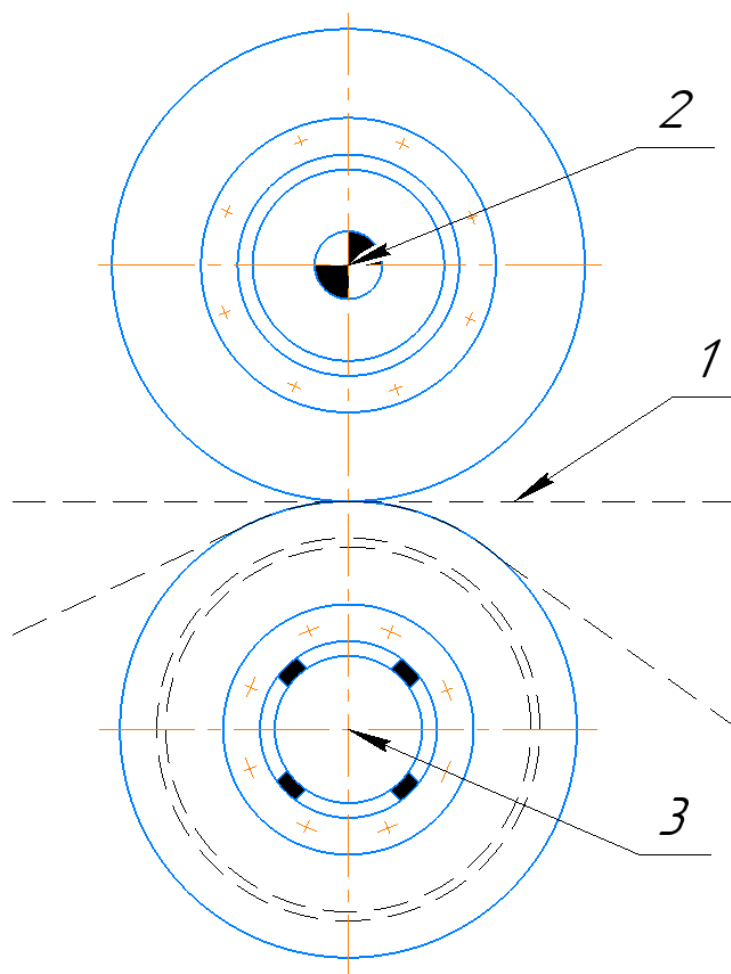


1 – vacuum shaper; 2 – first press (gauch press); 3 – second press (three-shaft press); 4 – third press; 5 – forming device.

Figure 1 – Construction of new forming and pressing parts

The first layer of cardboard fabric is formed by means of sequentially placed vacuum formers, after which the fabric passes through the first couch press. The second layer is formed on the flat mesh part, then connected to the first layer on a three-shaft press. Next, the cardboard canvas is pressed on the third press.

Dehydration of all cloth occurs on three presses. As a first, for a more efficient and compact placement, it was decided to install a suction couch press. It consists of two shafts arranged one above the other. The lower one is a shaft with hydraulic support of the shell, and the upper one is a suction shaft.



1 – cardboard canvas; 2 – gauch press; 3 – shaft with hydraulic support of the shell.

Figure 2 – Scheme of the first press

The fabric passes between two shafts, where the cardboard fabric is pressed. The upper - suction shaft, with the help of vacuum absorbs moisture from the canvas.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The lower is a shaft with hydraulic support of the shell, made of a hollow core and a layer of heat-resistant polyurethane applied to the movable shell, which reduces metal consumption and protects the surface of the movable shell from wear and corrosion [2]. The developed forming part provides production of a multilayered cardboard with a roofing layer. In this case, to increase the efficiency and compactness of the forming and pressing parts, the couch shaft was decided to be located on top, and the shaft with hydraulic support at the bottom.

References:

1. Internet resource http://ci.kpi.ua/METODA/17_teza_mizhnarodna.pdf
2. Internet resource http://ci.kpi.ua/METODA/18_teza_mizhnarodna.pdf

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.056.521

MODERNIZATION OF THE FIRST AND SECOND DRYING GROUPS OF THE CARDBOARD MACHINE

student Zaporozhets O.V., senior lecturer, Ph.D. Novokhat O. A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract.

The process of cardboard cloth drying is investigated and the drying curve is given. Devices for modernization of the first and second groups of the drying part of the cardboard machine are considered and described. The principle of operation of combining infrared emitters and vacuum boxes is described.

KEYWORDS: DRYING PART, CARDBOARD MACHINE, VACUUM BOX, INFRARED RADIATORS

Анотація.

Досліджено процес сушіння картонного полотна та наведено криву сушіння. Розглянуто та описано пристрої для модернізації першої та другої групи сушильної частини картоноробної машини. Описано принцип роботи комбінування інфрачервоних випромінювачів та вакуум-ящиків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СУШИЛЬНА ЧАСТИНА, КАРТОНОРобНА МАШИНА, ВАКУУМ-ЯЩИК, ІНФРАЧЕРВОНИ ВІПРОМІНІЮВАЧІ

The drying part of the cardboard machine consumes the most energy compared to all cardboard production. This is because to remove moisture from the cardboard, you need to supply a large volume of heating steam to the drying cylinder, which produces a significant amount of energy. Therefore, the task of modernization of the first and second drying groups of the cardboard machine is set. This will reduce

energy consumption by reducing the number of drying cylinders while leaving the same dryness at the end of the drying part and without loss of cardboard quality.

To begin with, consider the drying process and how it proceeds in the first and second groups. In fig. 1 shows the drying curve. Analyzing this scheme, we see that at the beginning of drying in the first drying group of the cardboard machine is a period of heating of the cardboard. In this period, the cardboard is almost not dried but mostly heated. In the middle of the first group of drying cylinders and at the beginning of the second group the first period of heating of a cardboard cloth passes. During this period the cardboard cloth is maximally dehydrated, there is an evaporation of surface and partially capillary moisture. After that, by the end of the second drying group is the second heating period. It removes small residues of surface moisture and, for the most part, chemically bound (moisture in the capillaries) [1].

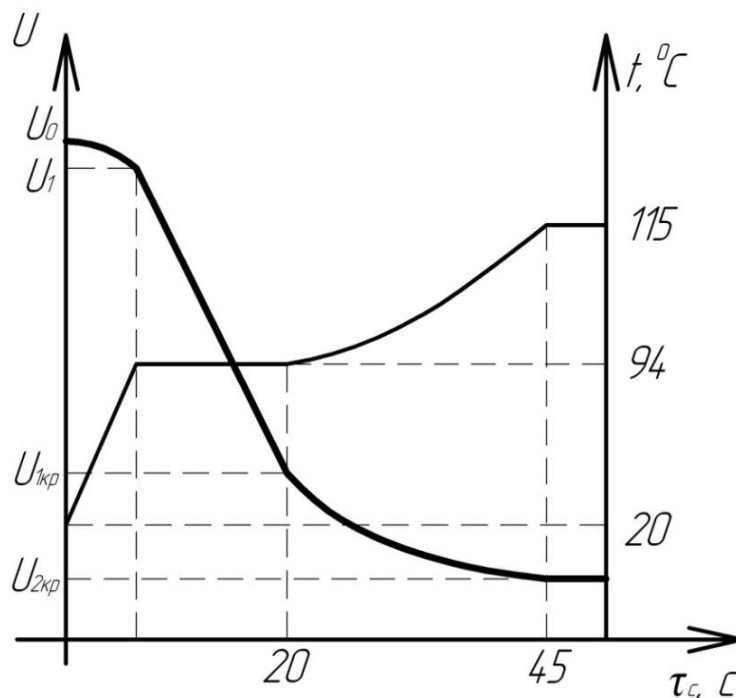
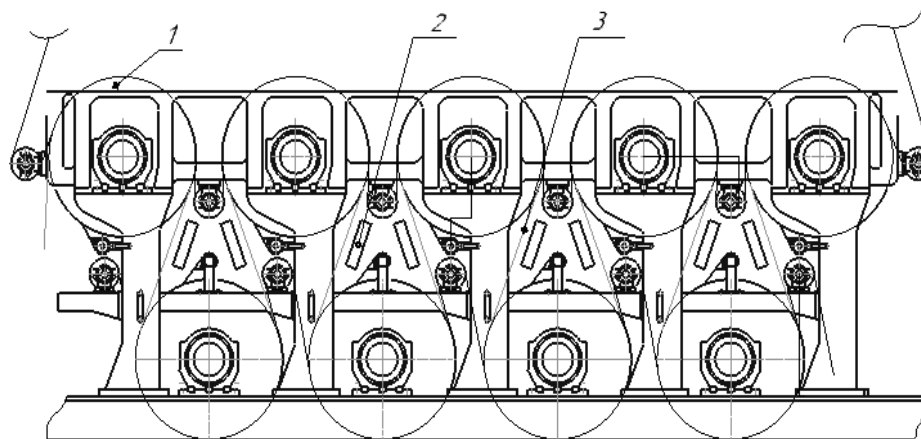


Figure 1 – Drying curve

The modernization of the first and second drying groups is to combine several devices to intensify the drying process. In our case, the vacuum box will be combined with infrared emitters.

The scheme of the drying group with infrared emitters is shown in Fig. 2.



1 – drying cylinder; 2 – infrared emitter; 3 – a cardboard cloth

Figure 2 – Scheme of the drying part with infrared emitters

They are installed between the upper and lower drying cylinder. Infrared emitters increase the heat load on the cardboard. This reduces the number of cylinders required to dry the cardboard to a given dryness.

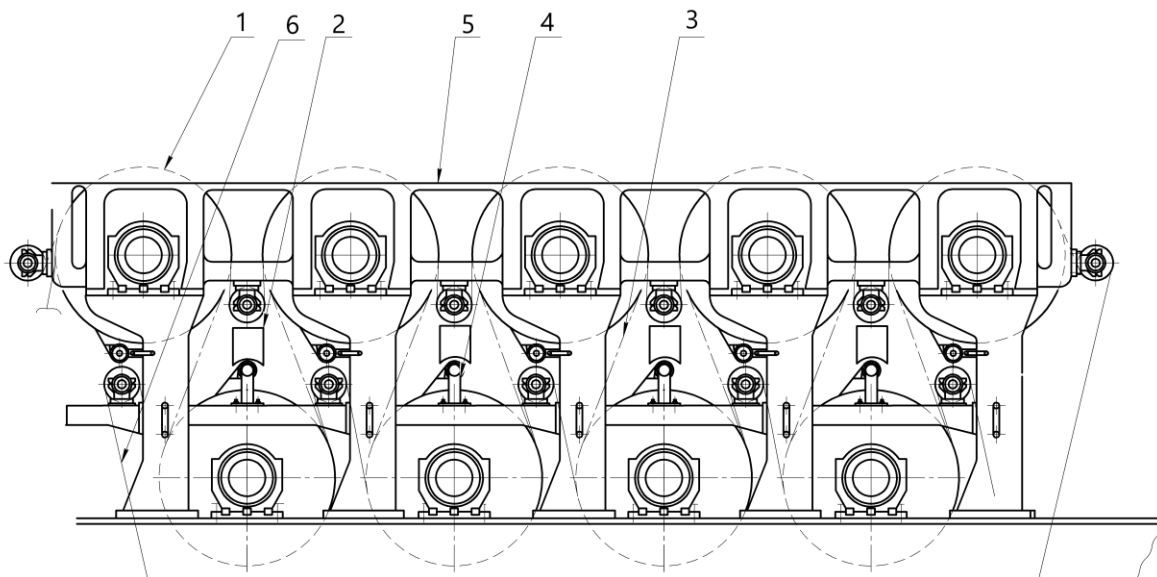
The vacuum box allows removing excess moisture from the air which is formed owing to condensation during drying of a cardboard cloth. The scheme of the drying group with a vacuum box is shown in Fig. 3. They are located in the free space between the upper and lower shafts of the drying cylinders. Vacuum boxes work as follows: they absorb a large amount of moisture in the space between the shafts. This increases the efficiency of drying because it prevents the re-absorption of moisture by cardboard [2].

If you install both devices in the drying part, you can achieve greater efficiency for drying cardboard.

The proposed combination of devices will work as follows. The cardboard fabric after the press part is fed to the drying cylinders. Moving between the drying cylinders, they are exposed to infrared radiation, thereby increasing the amount of moisture removed. Vacuum boxes are installed in the free space, they absorb evaporated moisture and the formed condensate from the air between the shafts. This

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

will prevent the cardboard from re-absorbing the removed moisture and will increase the drying efficiency of the cardboard fabric when passing the drying part.



1 – drying cylinder; 2 – vacuum box; 3 – a cardboard cloth; 5 – bed; 6 – grid

Figure 3 – Drying part with vacuum boxes

Therefore, the combined use of devices for intensifying the drying process, namely the handling of infrared emitters and vacuum boxes together with the drying cylinders, it is advisable to combine, in particular, on the first and second drying part. This will speed up the heating and drying of the cardboard web, reduce the total number of drying cylinders, and reduce drying costs in general.

References

1. Kulinchenko VR Heat transfer with elements of mass transfer (theory and practice of the process) / VR Kulinchenko, C. J. Tkachenko. - Kyiv: Phoenix, 2014. - 917 p.
2. Karvatskii A. Numerical modeling of physical fields in the process of drying paper for corrugating by the infrared radiation / Karvatskii A., Marchevsky V., Novokhat O. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - Vol 2, No 5 (86). - 2017. - P. 14–22.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.056.71

**MODERNIZATION OF THE MACHINE CALENDER
CARDBOARDING MACHINES**

student Kurmyshev O.S., Ph.D., prof. Marchevsky V.M.

Національний технічний університет України

«National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація.

Наведено аналіз розвитку конструкцій машинних каландрів. Визначені напрями модернізації конструкцій: збільшення лінійного тиску, зменшення металоємності конструкцій. Поставлені задачі вирішені застосуванням непрогинаємих з гідропідтримкою оболонки. Запропонована нова конструкція вала з пустотілим осердям, що дає змогу значно зменшити металоємність вала каландра.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *МАШИННИЙ КАЛАНДР, ВАЛ З ГІДРОПІДТРИМКОЮ, КАРТОННЕ ПОЛОТНО*

Summary.

The analysis of the development of designs of machine calenders. The directions of modernization of structures are defined: increase in linear pressure, decrease in metal consumption of structures. The tasks set are solved by the use of failures with hydraulically supported shell. A new shaft design with a hollow core is proposed, which can significantly reduce the metal consumption of the calender shaft.

KEYWORDS: *MACHINE CALENDER, SHAFT WITH HYDRAULIC SUPPORT, CARDBOARD CANVAS*

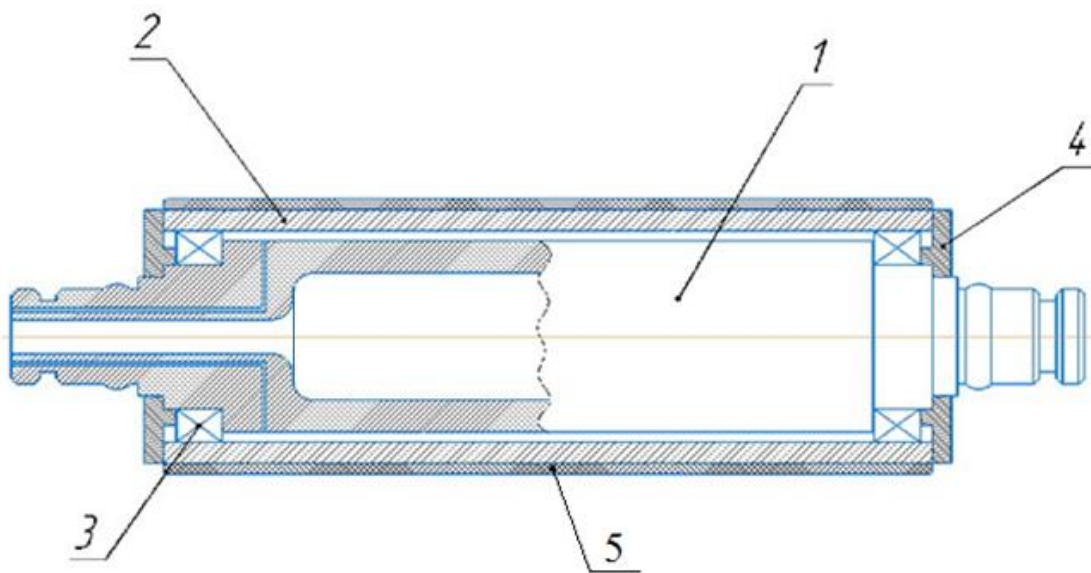
In today's world, there is an urgent problem in upgrading or replacing legacy machine calendars. In Ukraine, paper and cardboard industries still use outdated multifaceted calendars, but have recently been actively replaced. Manufacturers are trying to reduce energy, metal, and machine calendars of cardboard machines. To increase their efficiency, without reducing the technical characteristics of the cardboard [1].

To reduce the number of shafts, they often increase the linear pressure in the grip, using new clamping methods with more efficient hydraulic systems. In such cases, the bending of the shaft significantly increases, adversely affecting the quality of the cardboard calendering [3]. To prevent this, use hydraulically supported shafts, which compensate for the deflection of the shell by feeding it into the inner space of the lubricant. Also, to intensify the calendering process, they can heat the shaft by supplying hot oil [2].

The shaft with a hydraulic support of a cover has a complex design and is metal-intensive. To reduce material costs, it is suggested to fill the hollow core. This will greatly facilitate the shaft without reducing its rigidity and strength. Also, to increase the contact area on the surface of the shaft sheath is applied a polymer coating which is elastically deformed.

The diagram of the modernized structure of the shaft with hydro-supported shell is shown in Figure 1.

Thanks to this modernization of the shaft with hydraulic support of the shell, it is possible to reduce the number of calender shafts to two or three, thereby reducing the energy consumption of calendering and the metal consumption of the machine calender.



1 – core; 2 – shaft sheath; 3 – bearings;
4 – end sealing covers; 5 – polymer coating.

Figure 1 – Scheme of the modernized construction of the shaft with hydro-supported shell

References:

1. Марчевський В.М. Обладнання лісового комплексу. Дослідження процесів устаткування целюлозно-паперових виробництв / В.М. Марчевський, О.О. Семінський, В.В. Петров. – К.: НТУУ «КПІ», 2011.
2. В.А. Чичаев, 1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2 Бумагоделательные машины 1981. – 264 с.
3. Иванов С.Н. Технология бумаги.-М.: Школа бумаги ,2006-643 с.

UDC 676.026.4

**COMPARISON OF MODERN STRUCTURES OF SHOE
PRESSES OF CARDBOARD MACHINES WITH THE DEVELOPED
STRUCTURE**

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

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract:

The comparison of modern shoe presses of cardboard machines with the developed design is given. A fundamentally new design of the shoe press is proposed, which allows to significantly increase the dryness after pressing.

KEY WORDS: SHOE PRESS, BELT, PRESSING, CARDBOARD

Анотація:

Наведено порівняння сучасних башмачних пресів картоноробних машин з розробленою конструкцією. Запропоновано принципіально нову конструкцію башмачного пресу, яка дозволяє значно підвищити сухість після пресування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БАШМАЧНИЙ ПРЕС, СТРИЧКА, ПРЕСУВАННЯ, КАРТОН.

The main feature of the shoe press is the increased pressing area on which there is a constant pressure. It is created by a pressure shoe. The cloth and the cardboard cloth are deformed and the water from the deformed cardboard cells is filtered into the cloth, and through the cloth into the tape. The belt is the second most important unit of the shoe press, because the filtration rate is limited by the hydraulic resistance of the cloth and the tape.

Toscotec «Xpress» is one of the best modern shoe presses. It has the following characteristics: the width of capture of this press can be adjusted from 200 to 350 mm; the shoe module is equipped with a two-row system of loading of pistons, by means of this function it is possible to regulate an inclination of a shoe during work of the

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

car; the load curve can be adjusted according to the class of cardboard and the desired mechanical characteristics for dryness on the press; the linear pressure in the grip reaches 1400 kN / m; speed 550 m / s; electric motor power 1730 kW; productivity of 24 t / h; dryness of cardboard after the press 53%; specific costs for pressing one ton of cardboard 260 J / t [1]. But the tape of this press is made with grooves that have a width of 0.5 mm. These gutters are clogged with fibers. As a result, the hydraulic resistance of filtration increases, its speed decreases and, accordingly, the dryness of the pressed cardboard fabric decreases [2].

Another modern design is the Papcel shoe press. This press has the following characteristics: a set of sixteen hydraulic cylinders is attached to the frame of this press; thanks to a large number of installed hydraulic cylinders it is possible to control a cross section of a cardboard; the linear pressure in the grip reaches 1000 kN / m; speed 500 m / s; electric motor power 1560 kW; productivity of 21 t / h; dryness of cardboard after the press 51%; specific costs for pressing one ton of cardboard 250 J / t [3]. But the tape is made smooth, which is not acceptable, because it leads to re-wetting of the cardboard.

Given the advantages and disadvantages of previous designs, I offer an improved new design of the shoe press. First, the gripping pressure was increased to 1,500 kN / m, and the machine speed to 10 m / s. This has increased productivity to 26 t / h, but requires the use of a 1,900 kW engine, and the unit cost of pressing one ton of cardboard has increased to 262 J / t. Secondly, since the main disadvantage of previous designs was the tape. Therefore in a new design the tape on an external covering which blind holes are made is used. They have the ability to self-clean. This is due to the action of compressed air in them and the centrifugal force. This design can press a cardboard cloth to dryness of 56%.

Conclusion: considering that the developed design of the shoe press has better characteristics than analogues, namely: dryness after the press is 56%, the maximum linear pressure in the grip reaches 1,500 kN / mm, and the shoe press tape is made of

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

polyurethane reinforced with Kevlar threads. On the outer surface of which are made blind holes that have the ability to self-clean. We conclude that it is advisable to use this type of construction.

References:

1. Press Section [Електронний ресурс] // Toscotec is a Voith company – Режим доступу до ресурсу: <https://www.toscotec.com/en/products/paper-board-machines/press-section/>;
2. Коновалов А.Б., Смирнов В.А. Прессовые части бумагокартоноделательных машин: Учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2006. 91 С.: Ил.50. - ISBN 5-230-14391-6;
3. Shoe press [Електронний ресурс] // PAPCEL. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.papcel.cz/en/products/paper-amp-board/gypsum-board/paper-machine/machinery-and-equipment/press-part/shoe-press/>.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.056.713

**WAYS OF DEVELOPMENT OF THE GAUCH-PRESS
OF FORMING PART OF CARDBOARD MACHINE**

student Kurmyshev O.S., Ph.D., prof. Marchevsky V.M.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація.

Проаналізовано розвиток модернізації конструкцій машинних каландрів. Визначені напрями модернізації конструкцій: збільшення лінійного тиску, зменшення металоємності конструкцій, нанесення шару термостійкого поліуретану. Поставлені задачі вирішені застосуванням валів з гідропідтримкою оболонки, виготовлені з пустотілим осердям, що дає змогу зменшити металоємність каландру, а також нанесенням на вал шару термостійкого поліуретану, який пружно деформується, що викликає проковзування валів і покращую гладкість картонного полотна.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *МАШИННИЙ КАЛАНДР, ВАЛ З ГІДРОПІДТРИМКОЮ, КАРТОННЕ ПОЛОТНО, ПОЛІУРЕТАН*

Summary.

The development of modernization of machine calender designs is analyzed. The directions of modernization of structures are determined: increase in line pressure, decrease in metal consumption of structures, application of a layer of heat-resistant polyurethane. The tasks are solved by using shafts with hydro support of the shell, made with a hollow core, which reduces the metal consumption of the calender, as well as applying a layer of heat-resistant polyurethane on the shaft, which is elastically deformed, which causes the rolls to slip and improves the smoothness of the cardboard sheet.

KEYWORDS: *MACHINE CALENDER, SHAFT WITH HYDRAULIC SUPPORT, CARDBOARD CANVAS, POLYURETHANE*

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Одним із напрямків модернізації картоноробних машин є зменшення металоємності їх конструкцій. Це дозволяє не лише зменшити економічні витрати на виробництво машини, але і значно спрощую її експлуатацію. Насамперед, при модернізації машинних каландрів популярним рішенням було зменшення кількості валів при збільшенні лінійного тиску в захваті валів для збереження якості каландрування. Через це на вали починають діяти більші загрузки, що в свою чергу збільшують прогини валів, негативно впливаючи на якість картонного полотна. Для вирішення цієї проблеми використовують вали з гідропідтримкою оболонки, які компенсують прогин вала подачею мастила у внутрішній простір вала [1]. Таким чином на ПрАТ «ККПК» була проведена модернізація картоноробної машини, а саме каландр. Компанія «Andritz» встановила двох-вальний каландр, власної розробки. В конструкції використовуються вали з гідро підтримкою оболонки, що дозволяє регулювати лінійний тиск в захваті без прогину валів. Вали поділяються на верхній гарячий вал та нижній привідний вал. Завдяки нагріванню вала інтенсифікується процес каландрування, допомагаючи досягти ефекту вигладжування [2].

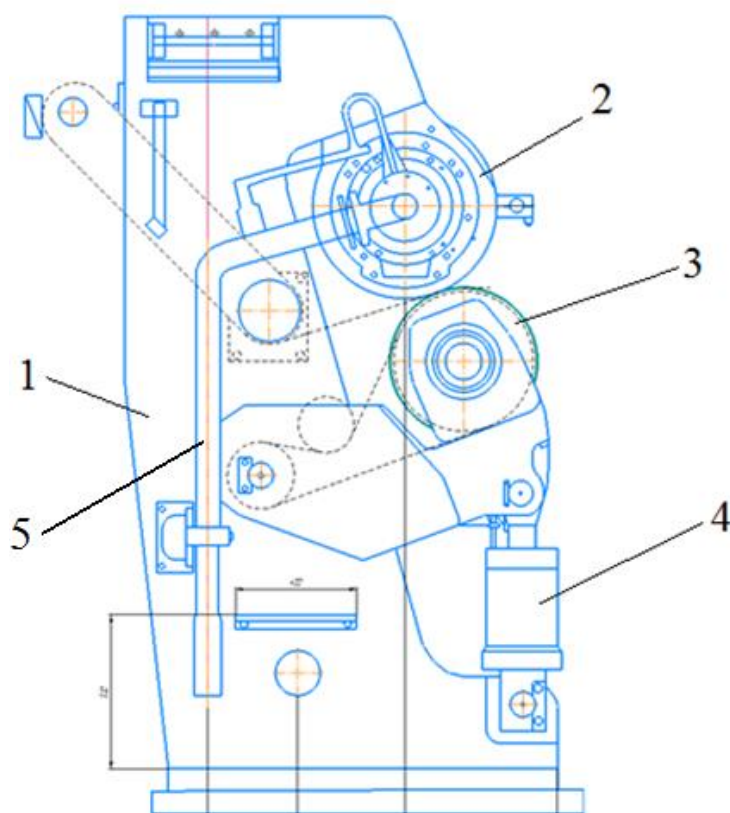
Для модернізації даної конструкції машинного каландра, пропонується використати розроблені вали з гідропідтримкою, які мають сердечники виконані порожнистими. Це дасть змогу значно облегшити вали не зменшивши їх жорсткості та міцності. Верхній вал залишиться гарячим, а нижній привідним.

Для збільшення зони контакту на поверхню оболонки вала нанесено шар термостійкого поліуретану, який пружно деформується. Це викликає проковзування поверхні гарячого валу по поверхні картону, що значно покращую показники гладкості картону [3].

Схема модернізованої конструкції каландра зображено на рисунку 1.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Завдяки такій модернізації каландра можна зменшити металоємність конструкції та полегшити обслуговування машини. При цьому якість картону не зменшується.



1 – Станина; 2 – верхній вал; 3 – нижній привідний вал;
4 – гідроциліндр механізму притискання; 5 – маслопровід.

Рисунок 1 – Двох-вальний машинний каландр фірми «Andritz»

Перелік посилань:

1. В.А. Чичаев, 1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2 Бумагоделательные машины 1981. – 264 с.
2. Andritz.com/group-en від 15.10.2019 р
3. Иванов С.Н. Технология бумаги.-М.: Школа бумаги ,2006-643 с.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 678.5

**PRINCIPLES FOR REGULATING PLASTICS HANDLING IN TRANSITION
TO BIODEGRADABLE MATERIALS**

M. Byshko, PhD-student; O. Zubriy, PhD, Associate Professor;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано основну проблематику стандартизації біорозкладних матеріалів. Розглянуто деякі особливості основних діючих стандартів біодеградації, а також основні положення та критерії за якими вони працюють.

***КЛЮЧОВІ СЛОВА: БІОРОЗКЛАДАНІСТЬ, ПЛАСТИК, БІОПЛАСТИК,
КОМПОСТУВАННЯ***

SUMMARY

The main problems of biodegradability standardization are considered. The main accepted standards of biodegradability of materials and the main provisions and criteria according to which they work are highlighted.

KEY WORDS: BIODEGRABILITY, PLASTIC, BIOPLASTIC, COMPOSTING

Plastic waste is a pollutant of particular concern as it does not break down quickly enough and instead accumulates in the environment as it is manufactured. This pollutant has negative impacts throughout its entire life cycle – from extracting of oil or gas raw materials and manufacturing plastic to handling waste and pollution with plastic that ends up in our environment.

According to the United Nations report published in 2019, more than 60 countries, which include all the leading countries of the world (including the EU

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

member states and the G7), started to realize the global nature of this problem due to global environmental pollution and have taken steps to reduce single use of plastic by introducing regulatory measures. Thus, the European Union parliament voted to ban 10 basic disposable plastic products by 2021. This includes plastic straws, drink stirrers, plates, and more. The EU measure also calls for the recycling of 90 percent of plastic bottles by 2025 [1].

Plastic manufacturers will bear most of the costs of waste disposal and cleaning. Two hundred and fifty organizations that makes 20 percent of the plastic packaging produced worldwide are committed to reduce waste and pollution. The initiative is called the “Global Commitment to the New Plastics Economy” and includes a diverse group of participants, including, for example, the city of Austin, H&M, Unilever, PepsiCo, L’Oreal, Nestle, Coca-Cola, and others [2, 3].

However, the term “biodegradable” itself has a very vague wording, since everything becomes biodegradable over time. For example, the decomposition time of plastic from petroleum products can vary from 50 to 150 years, depending on the composition, but the question becomes whether it can be considered biodegradable. In fact, it decomposes, but for such a long time that it will have time to accumulate in the environment and cause a man-made disaster of a global scale. Thus, today the terms "biodegradation", "biodegradable materials", "composting", etc. very common but often misused. Therefore, governments needed to create a certain standard that would accurately define these terms and give them clear criteria [4].

The main worldwide specification for bioplastics packaging remains the EU packaging standard EN 13432 “Packaging: Requirements for Compostable and Biodegradable Packaging”. In fact, this 20-year-old standard applies to all forms of packaging and contains a number of assumptions and models about how a bioplastic material will be handled at the end of its life, defining the characteristics that a material must have in order to be defined as "biodegradable" or "Compostable". According to the standard, the definition of "biodegradable" means that a material is

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

capable of undergoing biological anaerobic or aerobic degradation resulting in the formation of carbon dioxide, water, methane, biomass and mineral salts, depending on the environmental conditions of the process. Microorganisms, which are present in the environment and feed mainly on organic waste, play an important role in biodegradation. However, unlike compostable, the term "biodegradable" has very little meaning without clarification, since the speed depends on many factors and conditions. Thus, it is very important to indicate the environment in which biodegradation is expected [5].

The EN 13432 and UNI EN 14995 standards apply to plastic packaging and lignocellulosic materials. They exclude plastic materials not used as packaging. These standards are the most important technical reference for material manufacturers, government agencies, composters, certification bodies and consumers.

According to the European standard EN 13432, the compostable material must have the following characteristics [6]:

- Biodegradability, which is determined by measuring the actual metabolic conversion of the compostable material to carbon dioxide. This property is quantified using the standard test method EN 14046 (which is also published as ISO 14855: Biodegradability under controlled composting conditions). The test material is in direct contact with the soil and should reach a decomposition rate of 90% within 6 months.

- Disintegration, i.e. fragmentation and loss of visibility of the finished compost (no visual contamination). This criterion is measured by a composting test (EN 14045). The test material is subject to decomposition together with organic waste within 3 months. After this time, the compost is sieved through the 2 mm sieve. The remains of the test material larger than 2 mm are considered as not disintegrated. This fraction should be less than 10% of the original weight.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

- No negative impact on the composting process. This is verified by a composting test, which determines the residual non-degradable fractions of the material and their toxicity.

- Low levels of heavy metals (below established maximum values) and no negative impact on compost quality (for example, reduced agronomic value and ecotoxicological effects on plant growth). The plant growth test (OECD 208 test, modified) is carried out on compost samples in which the test material has decomposed. There should be no difference from the control compost. Other chemical-physical parameters that should not differ from the control compost after decomposition are pH, salinity, volatile solids, nitrogen, phosphorus, magnesium and potassium content.

All of these requirements must be met simultaneously in order for the material to be determined as a compostable. For example, biodegradable material is not necessarily compostable because it must also decompose during one composting cycle. On the other hand, material that breaks down during one composting cycle into microscopic pieces that are not completely biodegradable cannot be composted.

This standard used in most countries as part of their strategy of switching from conventional plastics.

In addition to the European standard EN 13432, some countries have their own regulations, such as the US standard ASTM D6400 and the Australian standard AS4736, but they are practically the same.

Therefore, the introduction and adherence to clear standards in the field of biodegradable materials allows us to adhere to the general global concept of reducing the volume of syntetic plastics products, as well as to determine the direction of research in the field of new biodegradable materials.

References:

1. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_18_3909

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

2. Sands, Philippe & Peel, Jacqueline & Fabra, Adriana & Mackenzie, Ruth. (2018). Principles of International Environmental Law. 10.1017/9781108355728.
3. https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/italy/bioplastics-a-better-plastic-for-a-better-environment
4. Nyka, Maciej & Ciechanowicz-McLean, Janina. (2016). Environmental Law. ("Law-Basic Concepts" series).
5. Nyka, Maciej. (2019). Legal approaches to the problem of pollution of marine environment with plastic. 162-167. 10.17402/364.
6. EN 13432:2000 Packaging — Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation — Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging

UDC 676.056.712

INNOVATIVE DESIGNS OF COOLING CYLINDERS

M. Koshurnikov, student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

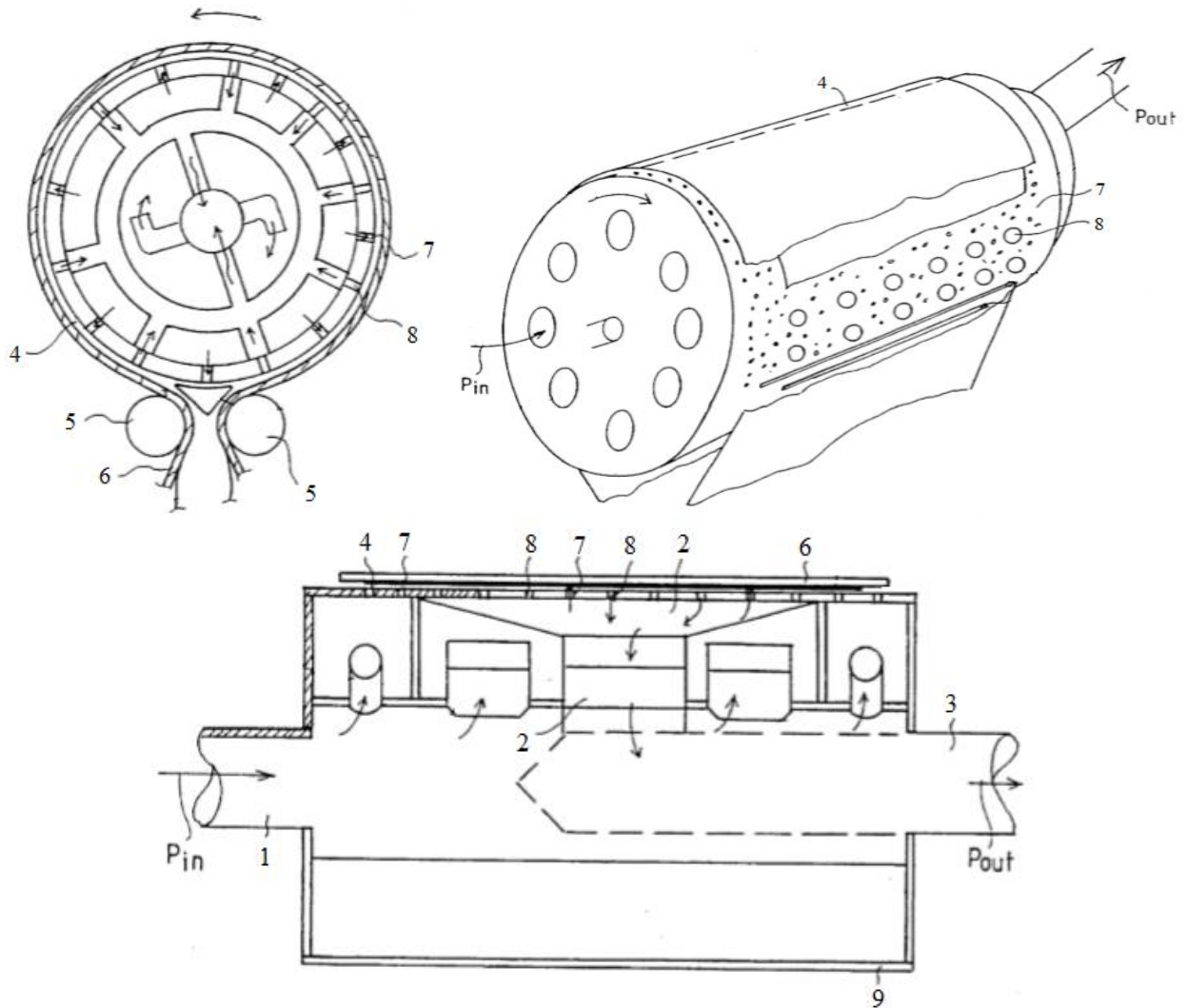
"Igor Sykorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The cooling and humidification of the web plays an important role in the production of paper and cardboard. This process allows to reduce the temperature of the web before feeding on calender from 100...70 °C to 60...45 °C and at the same time to increase plasticity by moistening it by 1.5... 2.5% without reducing the strength. This significantly improves the calendaring process and reduces the probability of web break. In the cooling sections, one or two cooling cylinders, which are installed after the drying section in front of the calender, are usually used [1].

Various designs of cooling cylinders are developed and patented to improve and intensify cooling and partial humidification of the web in the cooling section, reducing metal, electricity and water consumption.

The design of the cooling cylinder with a perforated shell is shown in Figure 1 [2]. The principle of operation of this cooling cylinder consists that the web from a drying part arrives on an outer surface 9 of the cooling cylinder which rotates, water is supplied in a branch pipe 1 under pressure therefore water gets to an inner surface of the cylinder, because of the centrifugal force water passes through inlet holes 7 and evenly distributes on the periphery of the cylinder. Due to the contact of water with the shell of the cylinder, heat is transferred between cold water and hot web. After the water is heated from the web, it is discharging from the inner surface of the cylinder through the outlet holes 8, exhaust ducts 2 and removes from the cylinder by means of branch pipe 3.

This design of the cooling cylinder allows to intensify the cooling of web, but it's very metal-intensive, cumbersome and difficult to manufacture.

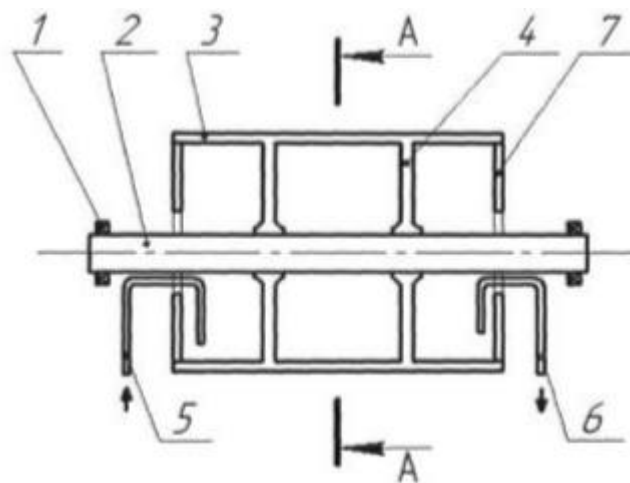


- 1 – branch pipe for supplying water; 2 – exhaust ducts;
 3 – branch pipe for discharging water; 4 – air; 5 – guide roll; 6 – web;
 7 – inlet holes; 8 – outlet holes; 9 – outer surface

Fig. 1 Design of a cooling cylinder with a perforated shell

A simpler design of the cooling cylinder is shown in Figure 2 [3]. It has a number of advantages, including: simplicity, ease of manufacture, low water and electricity costs.

The following design works as follows: the web from the drying part arrives on the outer surface of the shell 3 of the rotating cooling cylinder, the cooling water is supplied under pressure to the supply pipe 5 and enters the cylinder cavity. Under the action of a centrifugal force, a layer of water is created on the inner surface and more heated water is removed from the surface layer of water by the discharging pipe 6.

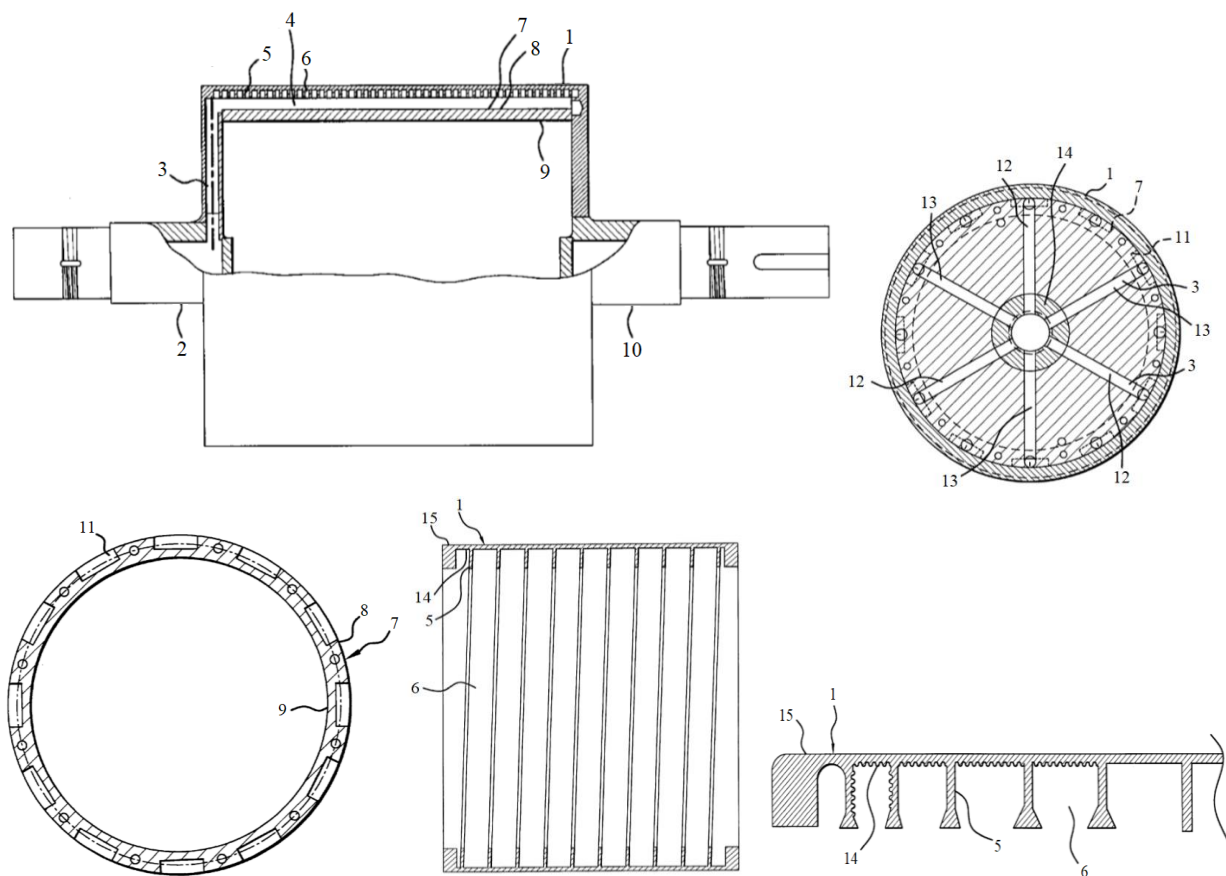


- 1 – bearings; 2 – solid shaft; 3 – shell; 4 – metal spokes;
- 5 – supply pipe; 6 – discharging pipe; 7 – diaphragms

Fig. 2 Design of a cooling cylinder

The variant of improvement of a design of the cooling cylinder is shown in Figure 3 [4]. This design is distinguished by the presence of grooves on the inner surface of the cylinder, intake and out-take spokes through which water is supply and discharging, and a reduced thickness of the shell.

The design works as follows: the web from the drying section is supplied to the outer surface of the shell 15, which rotates. The cooled water is supplied under pressure through the intake spokes 13 to the inner cavity of the cylinder 4, under the action of centrifugal force the water passes through the grooves 6 and evenly distributed over the entire inner surface of the cylinder shell and creates a water layer. The heated water located on the surface of the layer is drained through the out-take spokes 12.



1 – shell; 2 – shaft journal; 3 – spokes; 4 – inner cavity; 5 – partitions; 6 – circumferential channels; 7 – outer surface of inner roll; 8 – inner roll; 9 – inner surface of inner roll; 10 – drive unit shaft journal; 11 – channels; 12 – out-take spokes; 13 – intake spokes; 14 – hub; 14 – inner surface of the shell; 15 – outer surface of the shell

Fig. 3 – Design of a cooling cylinder with intake and out-take spokes

The main advantages of this design solution are that: the heat transfer area because of the grooves is significantly increased, the heat exchange between the refrigerant and the web is improved due to the reduced shell thickness. This allows to significantly increase the speed of the machine without losing the cooling quality of the web, which provides increased productivity.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

On the base of the analysis of the specialized literature and patents the urgency and expediency of the developments directed on perfection of designs of cooling cylinders, was established and the rational directions of their carrying out are defined.

References:

1. V.A. Chichaev, 1. Oborydovanie cellulozno-bymajnego proizvodstva. Tom 2 Bymagodelatelnie mashini 1981. – 264 p.
2. Method and device for drying or cooling a paper web: pat. US 5,575,084 B2: Int. Cl. F26B 13/20 / Inventor: Vesa Vuorinen, Turku, Finland; Assignee: Valmet Corporation, Helsinki, Finland; Jun. 7, 1995.
3. Holodilny cilindr: pat. 133228. UA: MPK F01P 3/04 / Kovalenko S.P., Marchevsky V.M., - (UA) 25.03.2019.
4. High production chill roll: pat. US 5,983,993: Int. Cl. F28D 11/02; Inventors: Carter H. Watson, Allan A. Whillock, Charles E. Gibbons; Assignee: International Paper Company, Tuxedo Park, N.Y.; Aug. 30, 1996.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.058.1

MODERNIZATION REELS OF PAPER MACHINES

student Kovalenko S.P., к.т.н., professor, Ph. D. Marchevskiy V.M.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація.

Наведено опис модернізації намоту папероробної машини шляхом встановлення циліндра намоту з системою охолодження. Модернізація полягає у встановленні циліндру намоту з системою підведення холодної води та відведення теплої, що дозволить додатково зволожувати папір перед намотуванням на тамбурний вал, та покращить щільність і якість намотування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦИЛІНДР, ПАПІР, МОДЕРНІЗАЦІЯ, НАМОТУВАННЯ.

Annotation.

The description of modernization of a reel-up of a paper-making machine by installing a roller cylinder with a cooling system is given. The core of the modernization is to install a roller cylinder with a cold water supply system and heat removal system, which will further allow the paper to humidify before winding it on a reel spool, and will improve the winding density and quality.

KEYWORDS: CYLINDER, PAPER, MODERNIZATION, WINDING

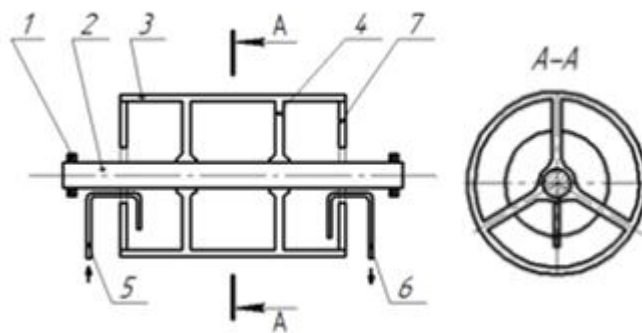
Today, paper is considered to be a very valuable commodity to be recycled and remanufactured from processed raw materials [1]. The major giants in the paper and cardboard industry are: International Paper, Mondi, Weyerhaeuser, Sappi and others. Therefore, the development of this industry is only accelerating due to the high demand among consumers. Manufacturers of paper machine equipment are constantly

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

upgrading and improving their performance.

A paper machine consists of a great number of parts. However, one of the most important parts is a reel-up. It is because due to a reel-up a paper web is wound on reel spools and sent to a paper-cutting machine. The reel-up provides a tight winding of the paper on the reel spools.

The peripheral reel-up of a paper machine was taken as the basis [2] with upgraded roll pressing system. But it was suggested to install a reel drum with a water supply and drainage system for cooling the paper web. The design of the cylinder is shown in Fig. 1.



1 - bearings; 2 - solid shaft; 3 - shell; 4 - metal spokes; 5 - cold water supply pipe; 6 - a pipe of removal of warm water; 7 - diaphragms.

Fig.1 – The reel drum with a system of supply and drainage of water for cooling of paper web

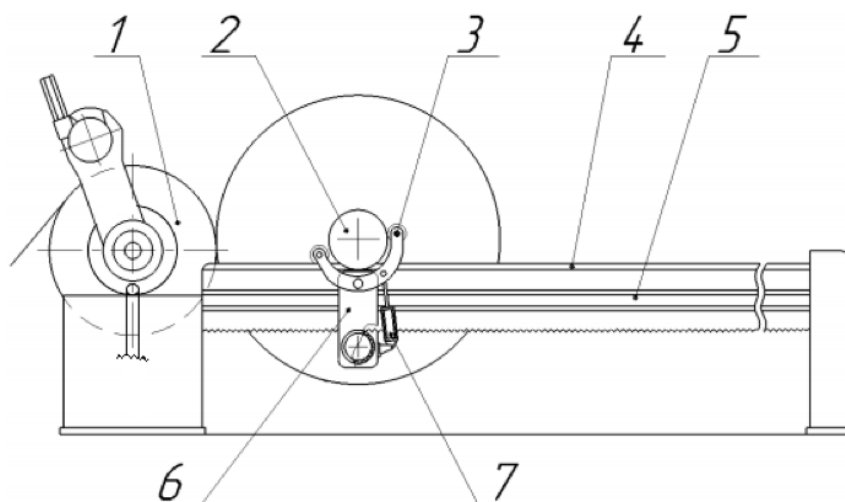
The main objective of the upgrade is to improve the ductility of the paper web to improve the density and quality of the winding.

The task is solved by the installation of a fundamentally new design of the reel-up drum (Fig. 2) with a system of supply and removal of cold water. This will allow the paper to humidify before winding it on a reel spool.

Firstly, the paper web gets on the reel shaft. Then after the contact with it, the paper is moistened and wound on the reel spool, which is housed in the levers of the carriage pressing mechanism, which are used for tightly pressing the roll to the reel

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

drum. In addition, a new carriage drive mechanism makes it possible to increase the diameter of a wound roll. The pressing force applied to the roll is controlled by the brake device and the carriage movement.



1 - a roll cylinder with a system of supply and drainage of water for cooling the paper web; 2 - the tambour shaft; 3 - clamping mechanism; 4 - bed; 5 - guides; 6 - carriage;
7 - pneumatic cylinder

Figure 2 - Peripheral armature of PFM

Conclusion: Upgrading of the reel drum will improve the quality and density of the winding, the new pressing mechanism will allow the winding of rolls of different diameters, that's why modernization is advisable.

References::

1. Chichaev V.A. "Equipment for pulp and paper production " at 2 part. Part 2. "Paper machines " / Chichaev V.A. — M.:Forest industry, 1981. — 264 p.
2. Patent № 133786 Ukraine. IPC (2019.01) D21G 9/00. Peripheral reel papermaking machine/ Marchevsky V.M., Nikolaiev V.O.; Applicants - Nikolaiev V.O., Marchevsky V.M.; № U 2018 10700; Filed. 29.10.2018; Publish. 25.04.2019, Bulletin. № 8.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.058.1

METHODS OF INCREASING THE DIAMETER OF THE ROLL ON REELS OF PAPER AND CARDBOARD MACHINES

S. Kovalenko, student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

***Abstract.** The methods for increasing the diameter of the rolls wound-up on the tambour shaft on the reel of paper and cardboard machines are considered. The reel designs allowing to increase the diameter of the wound-up rolls thus reducing the number of turn-ups of the web and simplifying the production control have been analyzed.*

KEY WORDS: PERIPHERAL REEL, ROLL, WEB, TAMBOUR SHAFT.

***Анотація.** Наведено способи збільшення діаметру намотуваного на тамбурний вал рулону на накатах паперо- та картоноробних машин. Проведено аналіз конструкцій накатів, які дозволяють збільшити діаметр намотуваних рулонів, що дозволяє зменшити кількість перезаправлень полотна і полегшити управління виробництвом.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЕРИФЕРИЧНИЙ НАКАТ, РУЛОН, ПОЛОТНО, ТАМБУРНИЙ ВАЛ.

In the XXI century cardboard and paper occupy a leading position and are in great demand among consumers. Plastic are increasingly being replaced by with the products of pulp and paper production. There are many reasons for this. Cardboard

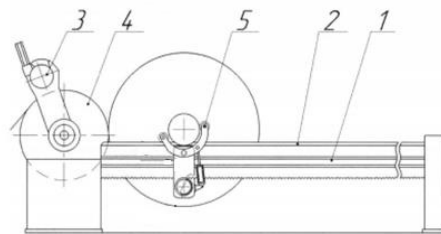
XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

and paper are made from renewable raw materials – cellulose, in contrast to polyethylene, which is made from petroleum products. Cardboard and paper products are environmentally friendly and may undergo recycling and remanufacturing, which has a positive impact on the environment and stimulates the development of a cyclical economics. Therefore, the industry is developing at a rapid pace and needs constant improvements in manufacture.

Direct production of web to produce cardboard and paper products occur on paper or cardboard machines, which are complex equipment consisting of a great number of parts, all of which are designed to perform specified operations in certain technological modes and provides quality indicators of the final product. Year after year, engineers develop new designs or upgrade existing machine parts. One of such parts is a reel [1] used for tight winding of a cloth on tambour shafts before their further transportation to a cutting machine.

One of a tasks for modernization of reels is the increase the diameter of the rolls wound-up on the tambour shaft. This reduces the number of turn-ups of the web and simplifies the production control.

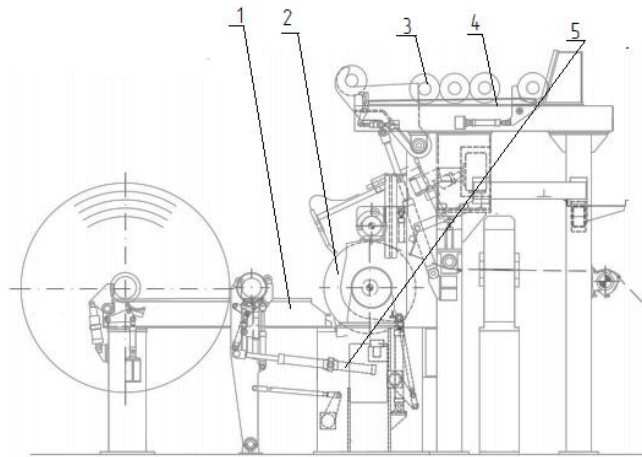
Figure 1 shows the design of the peripheral reel [2], consisting of a frame, a tambour shaft, a drum and a mechanism for pressing the roll to the drum. The mechanism for pressing the roll is mounted on a movable carriage that is moved by a drive on the frame guides. Such upgrade allows to increase the adjustable diameter of the wound-up roll by moving the carriage.



1 – base; 2 – rail; 3 – tambour shaft;
4 – reel drum; 5 – movable mechanism

Figure 1 – Peripheral reel papermaking machine

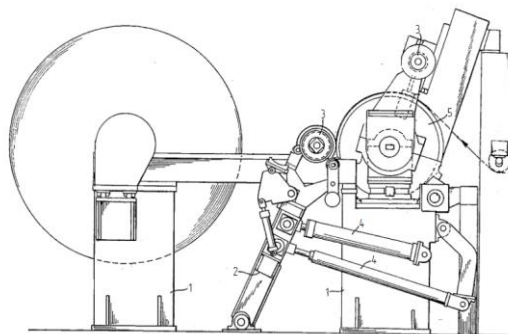
PAPCEL has developed a POPE-type reel (Fig. 2) [3]. The proposed design uses a hydraulic clamping system with increased stroke of the hydraulic cylinder piston. Due to the longer stroke, this solution allowed to wind the rolls with a diameter up to 3.2 meters.



1 – base; 2 – reel drum; 3 – tambour shaft;
4 – tambour shaft kit; 5 – hydraulic cylinder

Figure 2 – POPE type reel

Another way to achieve the mentioned goal is to increase the length of the working levers, as proposed in the patent [4] (Fig. 3).



1 – base; 2 – working levers; 3 – tambour shaft;
4 – hydraulic cylinder; 5 – reel drum

Figure 3 – Reel would roll load sensing arrangement

Conclusion: Advantages of modernization of reels aimed at increasing the diameters of the wound-up rolls determine the topicality of the further research and engineering development in this direction.

References:

3. Chichaev V.A. “Equipment for pulp and paper production ” at 2 part. Part 2. “Paper machines” / Chichaev V.A. — M.:Forest industry, 1981. — 264 p.
4. Patent № 133786 Ukraine. IPC (2019.01) D21G 9/00. Peripheral reel papermaking machine/ Marchevsky V.M., Nikolaiev V.O.; Applicants - Nikolaiev V.O., Marchevsky V.M.; № U 2018 10700; Filed. 29.10.2018; Publish. 25.04.2019, Bulletin. № 8.
5. https://www.papcel.cz/UserFiles/File/eshop/9930/Reel_HN.pdf from 11.11.2020.
6. Patent 5611500 USA, Int.Cl. B65H18/14. Reel would roll load sensing arrangement [Text] / Philip W. Smith (DE), Beloit (DE), Wis (DE) – Appl. № 528186, Filed 14.09.1995; Date of patent 18.03.1997.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.058.1

SIZING OF CARDBOARD WEB

V. Lysii, student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Анотація.** Обґрунтовано використання паперу та картону як альтернативу полімерам з видобувної сировини. Розглянуто фактори, що впливають на процес проклеювання. Описано види обробки картонного полотна для досягнення заданих властивостей. Зроблений висновок, про застосування плівкового проклеювання та клеїльних пресів типу «Спід-сайзер».*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОН, ПОЛОТНО, ПРЕС, ПРОКЛЕЮВАННЯ.

***Abstract.** The use of paper and cardboard as an alternative to polymers from extracted raw materials is substantiated. Factors influencing the sizing process are considered. Describes the types of processing of cardboard to achieve the desired properties. The conclusion was made about the use of film sizing and adhesive presses such as "Speedsizer".*

KEY WORDS: CARDBOARD, PRESS, SIZING, WEB.

Modern problems need modern solutions. One of them, today, is the problem of environmental pollution by polymers: plastic bags, plastic utensils, polymer films and more. In order to prevent a critical disturbance of the ecological balance and provide conditions for healthy life on the planet, many countries are moving to the use of paper and cardboard as environmentally friendly substitutes for polymeric materials. But for a full-fledged replacement of plastic products from extractive raw materials to

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

pulp and paper, the latter must have the appropriate quality characteristics, which necessitates work to improve technology and equipment.

An important part of cardboard production is sizing of the web on sizing presses as part of cardboard machines. Sizing presses are widely used for various types of cardboard processing: surface sizing, pigmentation, painting, plasticization, application of various coating compositions, providing special properties such as fire resistance, biocidal, biostability, moisture resistance, grease, water and vapor barrier, etc. As a result of providing the web with these characteristics, it can be used in various fields in production and everyday life.

Starch and its derivatives (especially cationic starch) are most often used for surface sizing. Carboxymethylcellulose and polyvinyl alcohol are also used. Crosslinking agents, hydrophobic and polymer dispersions, optical brighteners, antiseptics, etc. are used as additives. Deeper penetration of adhesive mixtures into the cardboard web increases the strength of cardboard, and application to the surface - to improve its barrier properties [1].

The application of the adhesive mixture on the surface of the cardboard is usually carried out by spraying. In this case, according to [1], surface sizing does not significantly reduce the total consumption of adhesive mixtures, because the cardboard web before processing in the adhesive press must be glued in bulk to give it moisture resistance to reduce breakage and reduce the degree of penetration of applied solutions into a cardboard web.

For cardboard glued in the mass, the decisive influence on the penetration of the adhesive mixture into the pores of the cardboard is exerted by the pressure in the wedge between the shafts of the sizing press, which depends on the structural elements of the press and the speed of the cardboard machine. [1]

For unglued or weakly glued cardboard, the amount of absorption is determined by the capillary properties. Depending on the hydrophobicity, the mechanism of penetration of liquid into the pores of the web changes significantly. For cardboard

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

with high capillary absorption, increasing the absorption time leads to an increase in sediment. For high-adhesive cardboard, the speed of the machine, the geometry and rigidity of the shafts, as well as the smoothness of the web have a greater influence [1].



- 1 - load-bearing structure;
- 2 - fixed shaft;
- 3 - moving shaft;
- 4 - cardboard rollers;
- 5 - edge and end scrapers;
- 6 - the accelerating roller with the drive;
- 7 - adhesive solution supply system;
- 8 - adhesive solution drainage system;
- 9 - hydraulic circuits, control panel, pneumatic circuit, protective covers and platforms for machine maintenance



Figure 1 - The design of the sizing press "Speedsizer"

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The amount of application of the sizing mixture is significantly affected by the condition of the surface of the cardboard. The humidity of the fabric greatly affects its compressibility and wetting of the pores. The temperature of the cardboard affects the value of pore pressure and viscosity of the composition. [1]

In recent years, «Speedsizer» (film press) have become widespread (Fig. 1). These devices allow surface sizing or pigmentation at high speed, without reducing productivity, because the materials used for application have a much higher concentration than in conventional sizing presses, much less moisturizing the fabric and do not require a powerful drying group. [2]

Such devices can operate at speeds of 1000 m/min. and more. The concentration of the applied suspension or pigment paste is more than 40..45 %. When processing the web acquires a higher whiteness, equal in thickness profile, high smoothness and good printing characteristics. [1]

References:

3. VNIIB – Tehnologiya tselyulyuzno-bumazhnogo proizvodstva. Spravochnyie materialyi. v 3-h tomah. Tom 2. Chast 1. SPB: LTA, 2005. – 423 p.
4. https://www.papcel.cz/UserFiles/File/eshop/9944/Size_press.pdf

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.024.741

SIZE PRESSES

V. Lysii, student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація

Описано конструкції клеїльних пресів та процес проклеювання паперового і картонного полотна. Розглянуто фактори, що впливають на процес проклеювання. Проаналізовано конструкції клеїльних пресів та їх розвиток. Визначено переваги та недоліки окремих типів конструкцій. Виокремлено типи конструкцій, що відповідають сучасним вимогам виробництва паперу та картону.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОН, КЛЕЇЛЬНИЙ ПРЕС, ПАПІР, ПРОКЛЕЮВАННЯ, ПОЛОТНО, СУШИЛЬНА ЧАСТИНА.

Abstract

Designs of size presses and process of sizing of a paper and cardboard web are described. Factors influencing the sizing process are considered. The design and its progress for size presses are analyzed. The advantages and disadvantages of certain types of size presses constructions are identified. The types of constructions that corresponds to modern requirements of paper and cardboard production are singled out.

KEY WORDS: CARDBOARD, SIZE PRESS, PAPER, SIZING, WEB, DRYER SECTION.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The size presses (fig. 1 [1]) are used for surface sizing, painting, pigmentation, plasticization, application of coating substances and providing special properties to paper or cardboard. It is used in the production of writing, printing, technical, bag and other types of paper, as well as packaging cardboard with cover layers [2-4].

Surface sizing of the web can improve the closeness of its structure, increase rigidity, smoothness and homogeneity, provide water, steam and grease resistance [3].



- 1 - base; 2 - fixed press shaft; 3 - movable press shaft;
- 4 - paper drive shaft; 5 - sprays; 6 - hydraulic and pneumatic systems;
- 7 - protective covers and platforms for machine maintenance

Figure 1 - Design of the size press [1]

The size press is usually installed in the second half of the drying part of the paper or cardboard machine, where the dryness of the web (at the entrance to the size press) is not less than 70% [2].

The sizing process can be described as follows. The web passes between two shafts, which compress it with little pressure. Application of sizing composition on the web surface is handled by sprays (Fig. 2). The level of glue between the shafts of the size press during the material sizing is kept constant. Due to this, when passing

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

through the size press, the fabric first passes through a layer of sizing mass, and then between the shafts of the press. After leaving the press, the web with the applied glue is sent for drying to the final drying section of the drying part of the paper or cardboard machine. Sizing is getting completed under the action of heat treatment during drying of the web [3].

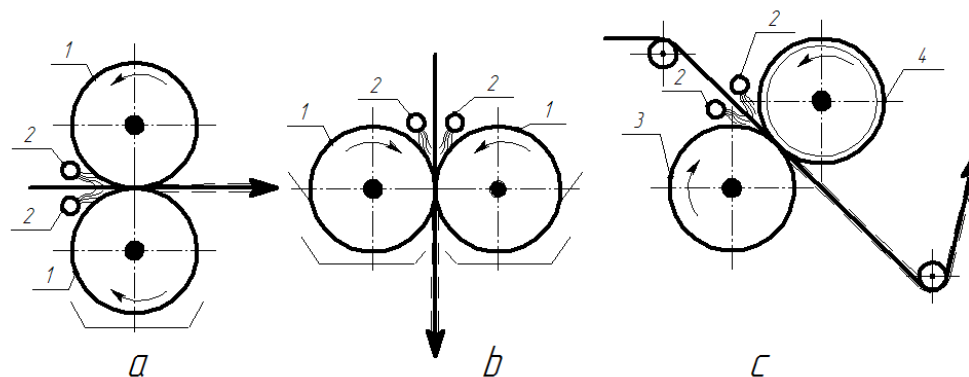
The main influencing factors of sizing the paper and cardboard in the size press are degree of sizing of the web in the mass, the magnitude and uniformity of pressure between the shafts, machine speed, rheological properties of the adhesive composition.

The shafts of the press are dynamically balanced at the required speed and can be equipped with different types of coatings (most often rubber or ceramics are used) depending on the type of paper or cardboard to be produced. Usually one of the shafts is covered with hard and the other with soft material. The pressure between the shafts is 1...3 MPa. Pressing the shafts is carried out using a hydraulic or pneumatic device [3].

Depending on the location of the shafts there are: vertical, horizontal and inclined designs of size presses. In fig. In Fig. 2 schemes of size presses are shown.

Compared to the vertical size press, horizontal has a number of serious advantages, of which, first of all, it should be considered better processing of the web with less consumption of adhesive composition, easier refilling of the web with less likelihood of breakage, better cleaning conditions and shaft changes [3, 4].

The practice of operation of size presses of various designs by leading companies has shown that the inclined size press has advantages of the horizontal press and in addition allows to provide: simpler adjustment by filling of a cloth in a press and in drying section, convenient service, smaller number of breaks of a web, etc. Therefore, size presses of inclined design have become widespread in production [3, 4].

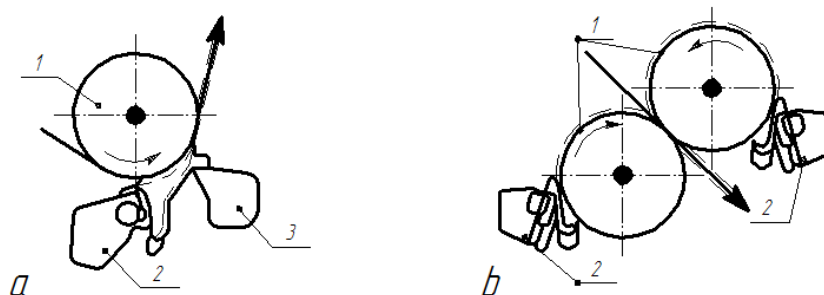


a) vertical; b) horizontal; c) inclined

1 - press shafts; 2 - sprays; 3 - rubber shaft; 3 - stonite shaft.

Figure 2 - Schemes of gluing presses [3].

Currently, the requirements for surface sizing of paper and cardboard have increased significantly. This is due to the increasing speed of paper and cardboard machines, the need to reduce breaks and energy consumption on drying, with increasing requirements for the quality of finished products. These requirements are better met by film size presses (Fig. 3).



a - one-sided coating with a scraper blade with adjustable thickness of the coating scraper; b - double-sided coating with the application of the sizing composition on the shafts: 1 - shafts; 2 - device for applying the sizing composition;

3 - scraper device.

Figure 3 - Schemes of coating on a film-type size press [4].

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

The main advantages of the film-type size presses: 1) a wide range of working speeds of machines (from 100 to 1800 m/min.); 2) reducing the permeability, the sizing composition remains on the surface in the form of a homogeneous film; 3) do not require energy-intensive final drying section. The web acquires more whiteness, uniformity of the profile in thickness, smoothness and has better printing properties [4].

Referenses:

5. <https://www.papcel.cz/ru/>
6. Ivanov S.N. Tehnologiya bumagi. – M.: OAO «Moskovskaya tipografiya № 2».– 2006. – 698 p.
7. Flyate D.M. Tehnologiya bumagi. – M.: Lesn. prom-st. – 1988. – 440 p.
8. VNIIB – Tehnologiya tselyulyuzno-bumazhnogo proizvodstva. Spravochnyie materialyi. v 3-h tomah. Tom 2. Chast 1. SPB: LTA. – 2005. – 423 p.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

СЕКЦІЯ 3

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.034.6:676.2.026.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

Магістрант Горяной С.В., к.т.н., доц. Мовчанюк О.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Процес сушіння паперового полотна призначений для остаточного його зневоднення шляхом випаровування вологи. Крім того, в міру випаровування вологи, під час сушіння відбувається подальше зближення волокон з утворенням водневих зв'язків, від кількості яких залежать фізико-механічні показники готового паперу (щільність, міцність, вбирна здатність, повітропроникність тощо) [1].

Найбільш розповсюдженим є контактний спосіб сушіння паперового полотна, на поверхні гарячих сушильних циліндрів. Не дивлячись на те, що цей спосіб є досить дороговартісним, а така сушильна частина сучасної папероробної машини є досить металоємною, споживає багато електроенергії і займає багато місця, жоден з відомих способів не може повністю витіснити спосіб контактного сушіння паперу.

Зазвичай сушильна частина папероробної машини (ПРМ) складається з двох рядів сушильних циліндрів, що обігріваються парою і розташовані в шаховому порядку. Але при роботі машини на високих швидкостях в пазухах напрямних валів виникає тиск (в одному – від'ємний, в іншому – надлишковий), під дією якого паперове полотно відстає від сітки, що може призводити до його обриву або утворення складок та інших дефектів [2].

З метою запобігання даного небажаного явища в напрямних валах підтримують невеликий вакуум (рис. 1) [2]. Однорядне компонування сушильних циліндрів є сучасним технічним рішенням і застосовується на високошвидкісних ПРМ. Його перевагою є те, що папір протягом всього

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

процесу сушіння притискається сіткою до сушильного циліндру за рахунок вакууму, створеного вакуумним валом, і за рахунок стабілізуючих камер в міжциліндровому просторі (які зазвичай використовуються при більш високих швидкостях машини). Тому однорядна компоновка сушильних циліндрів є більш вигідним рішенням з точки зору працездатності машини (знижується ймовірність обривності паперового полотна в сушильній частині). Також завдяки притисканню паперового полотна по всій довжині сушильного циліндра зменшується ймовірність усадки полотна і тим самим поліпшується профіль виготовленого паперу [3].

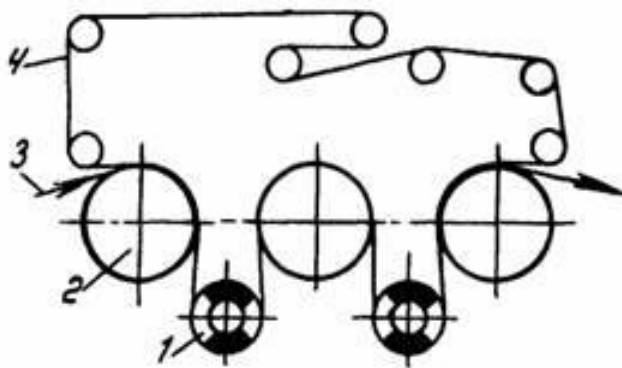


Рис. 1. Однорядна компоновка сушильних циліндрів з вакуумними валами: 1 – вакуумний вал; 2 – сушильний циліндр; 3 – паперове полотно; 4 – сушильна сітка

Важливим для встановлення однорядного компонування сушильних циліндрів є те, що, за швидкості понад 1200 м/хв виникає сильна конвекція на поверхні сушильних циліндрів та збільшуються відцентрові сили. В даному випадку, обов'язковою умовою є встановлення не лише вакуумних валів, а й стабілізуючих камер для стабілізації паперового полотна в процесі сушіння [3].

Залежно від швидкості машини, виду паперу і наявних інвестиційних ресурсів однарусне розташування сушильних циліндрів використовується як перша сушильна група в основній сушильній частині або як перша сушильна група в досушувальній частині (після клеїльного або плівкового пресу). Тут однорядне компонування принесе найбільшу користь з точки зору працездатності папероробної машини, оскільки папір в даному місці ще вологий і має тенденцію до обривності.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

При проходженні паперу через класичний сушильний циліндр (рис. 2) папір проходить між сушильною сіткою і гарячою сорочкою циліндра, сушильна сітка при цьому притискає папір до гарячої поверхні сушильного циліндра і тим самим збільшується ефективність процесу сушіння. Навпаки, під час проходження паперового полотна через вакуумний вал папір притискається до нього за рахунок вакууму. При цьому частина пари, що утворюються в результаті проходження полотна по сушильному циліндру, відсмоктується в напрямку до циліндру. Проходження паперу в міжциліндровому просторі стабілізується за допомогою спеціальних камер. Принцип роботи вакуумного валу показано на рис. 3.

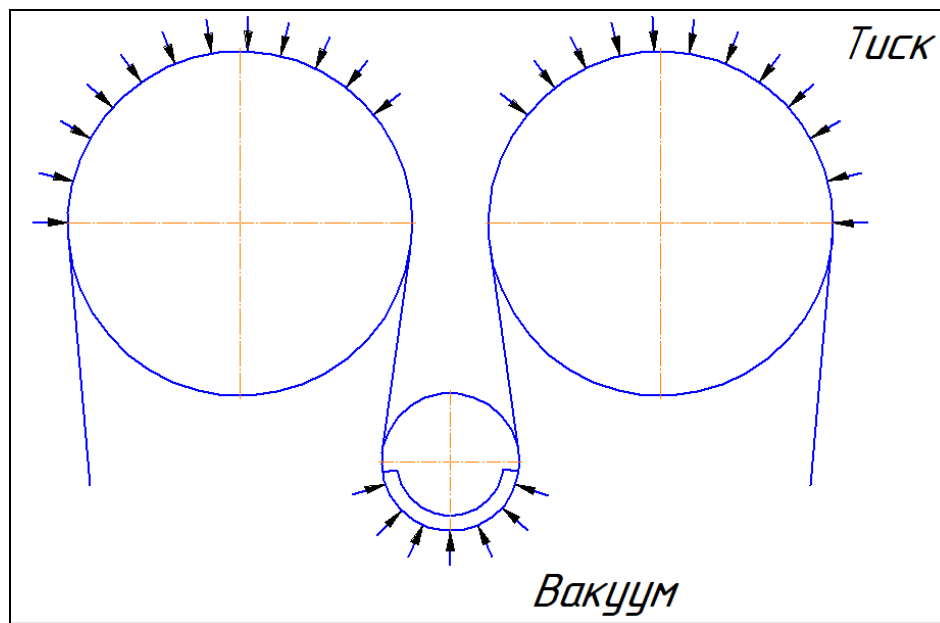


Рис. 2. Принцип проходження паперового полотна по вакуумному валу

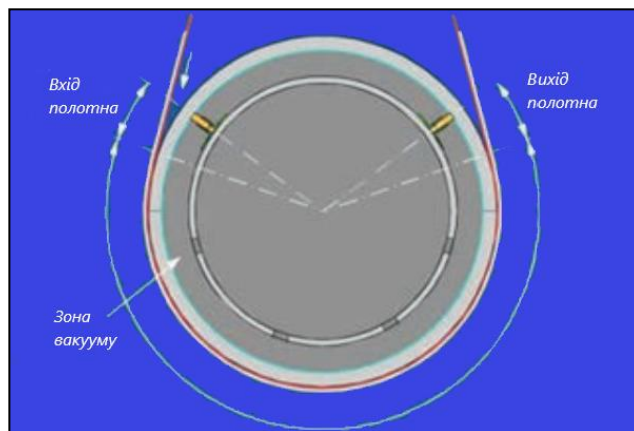


Рис. 3. Принцип роботи вакуумного валу

Підведення вакууму до вакуумного валу може бути виконане двома основними способами:

- підведення вакууму здійснює порожниста цапфа циліндра (на стороні обслуговування або приводу), в циліндрі просвердлені отвори (до отворів можуть бути доповнені і канавки для кращого розподілу вакууму на поверхні сорочки циліндра), і ці циліндри всередині конструкції мають відсмоктувальну зону, що обмежена ущільнюючими планками;

- підведення вакууму здійснюється за допомогою відсмоктувального ящика, що встановлено в просторі між сушильними сітками. Вакуумний вал в даному випадку перфорований і відсмоктування відбувається крізь перфоровану сорочку в напрямку до відсмоктувального ящика, що розташований над валом. Такі ящики зазвичай мають кілька зон і, крім відсмоктувального ефекту у напрямку до циліндрів, мають і бічні стабілізуючі зони з окремою вузькою зоною для заправлення паперу.

Переваги одноярусної схеми розташування сушильних циліндрів з вакуумними валами: знижується обривність вологого паперового полотна; формується оптимальний профіль вологості в поперечному напрямку; скорочується довжина ділянки вільного пробігу полотна; спрощується надягання сітки, знижується усадка паперу, поліпшується стабілізація

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

паперового полотна; полегшується очищення міжциліндрових просторів у випадку, якщо все-таки обрив стався; спрощується встановлення парозволожувача для регулювання профілю вологості (парозволожувач можна встановити проти напрямку руху паперового полотна, що притримується вакуумним валом) [3].

Недоліками однорядного компонування є зниження продуктивності сушіння на одиницю довжини машини (сушильна частина має бути довшою), більш високі витрати на джерело вакууму для вакуумних валів і стабілізаторів і, звичайно ж, більш високі інвестиційні витрати на початку проекту.

Розрахунок діаметра вакуумного вала пов'язаний із загальною концепцією сушильної частини і, головним чином, залежить від розміру сушильних циліндрів (але завжди менше їх). Стандартний діаметр вакуумних валів: 900, 1000, 1200, 1800 мм. Рідше використовуються також і такі діаметри як 1290, 1450 мм. Найбільш типовим конструктивним рішенням однорядного компонування є, наприклад, використання сушильних циліндрів діаметром 1500 мм і вакуумних валів діаметром 1200 мм або комбінація сушильних циліндрів діаметром 1800 мм і вакуумних валів діаметром 1500 мм [3].

Таким чином, однорядна компоновка сушильних циліндрів є сучасним технічним рішенням і встановлюється на високошвидкісних папероробних машинах. Для паперу з низькою масою 1 м^2 і швидкістю машин від 800 м/хв і для паперу з більшою масою 1 м^2 і швидкістю машини понад 1000 м/хв доцільним є встановлення однорядної компоновки у першій групі (для попереднього сушіння) та у першій групі для досушування (якщо встановлений клеїльний або плівковий прес). Для всіх видів паперу за швидкостей машини понад 1200 м/хв треба користуватися принципом: чим вища швидкість і менша маса 1 м^2 паперу, тим більше груп з однорядним компонуванням сушильних циліндрів необхідно встановити в сушильній частині.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Перелік посилань:

1. Фляте Д.М. Технология бумаги: учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 440 с.

2. Сушка бумаги. URL: <https://studizba.com/lectures/107-himija/1439-tehnologija-bumagi/26633-47-sushka-bumagi.html> (Дата звернення: 06.11.2020).

3. UNO группа сушильных цилиндров. URL: <https://www.papcel.cz/ru/produkty/papir/psaci-papir/paper-machine/machinery-and-equipment/drying-part/uno-skupina-susicich-valcu/> (Дата звернення: 06.11.2020).

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.088

**RESOURCE-EFFICIENT USE TECHNOLOGIES
OF FRESH WATER IN THE PRODUCTION OF SANITARY AND
HYGIENIC TYPES OF PAPER**

Undergraduate students Oshita V., Osipenko V.,
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 проведено дослідження з метою виявлення впливу якості свіжої води на показники продукції та розробка ресурсоефективних технологій для виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу із целюлози. Досить часто водні ресурси розглядаються як невичерпні та дешеві, що є хибним ставленням суспільства до природних ресурсів. Разом з тим, доступність та якість води (як технологічної, так і питної), постійно погіршується, а тарифи на її споживання – підвищуються. Значні витрати на забір та транспортування води, утримання систем водопостачання, очищення та скидання очищеної води у природні водойми можуть бути знижені за рахунок впровадження водного менеджменту та постійної підтримки систем у належному стані. Впровадження ресурсоефективних заходів дозволяє, а саме: скоротити втрати води; виявити можливості повторного їх використання, що позитивно позначиться на економічній ситуації підприємства; зменшити плату за водокористування і скидання стічних вод. . Вода в целюлозно-паперовій промисловості відіграє дуже важливу роль, це така ж вихідна сировина як і рослинна целюлоза [1,2]. У зв'язку з тим, що всі технологічні процеси базуються на технології за використання води, вона у процесах виробництва паперу і картону має багатофункціональне призначення. Важливо враховувати вплив

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

окремих показників свіжої води в процесах виробництва на якість готової продукції. В роботі наведені ці вимоги різних споживачів свіжої води.

Ключові слова: свіжа вода, санітарно-гігієнічні види паперу, показники якості паперу, технологічні процеси та роль води.

Summary. In the course of the work, research was conducted to identify the impact of fresh water quality on product performance and development of resource-efficient technologies for the production of sanitary and hygienic types of pulp paper. Quite often water resources are considered inexhaustible and cheap, which is a wrong attitude of society to natural resources. At the same time, the availability and quality of water (both technological and drinking) is constantly deteriorating, and tariffs for its consumption are rising. Significant costs for water abstraction and transportation, maintenance of water supply systems, treatment and discharge of treated water into natural reservoirs can be reduced through the introduction of water management and constant maintenance of systems in good condition. The introduction of resource-efficient measures allows, namely: to reduce water losses; identify opportunities for their reuse, which will have a positive impact on the economic situation of the enterprise; reduce fees for water use and wastewater discharge. . Water in the pulp and paper industry plays a very important role, it is the same raw material as vegetable pulp [1,2]. Due to the fact that all technological processes are based on technology for the use of water, it has a multifunctional purpose in the production of paper and cardboard. It is important to take into account the impact of individual indicators of fresh water in production processes on the quality of finished products. The paper presents these requirements of different consumers of fresh water.

Key words: fresh water, sanitary and hygienic types of paper, paper quality indicators, technological processes and the role of water.

The purpose of this work is to analyze the impact of fresh water quality on product performance and development of resource-efficient technologies for the

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

production of sanitary and hygienic types of pulp paper at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill".

Quite often water resources are considered as inexhaustible and cheap, which is a wrong attitude of society to natural resources [1,2,4]. At the same time, the availability and quality of water (both technological and drinking) is constantly deteriorating, and tariffs for its consumption are rising. Significant costs for water abstraction and transportation, maintenance of water supply systems, treatment and discharge of treated water into natural reservoirs can be reduced through the introduction of water management and constant maintenance of systems in good condition. The introduction of resource-efficient measures allows, namely: to reduce water losses; identify opportunities for their reuse, which will have a positive impact on the economic situation of the enterprise; reduce fees for water use and wastewater discharge [1-3].

Natural water has an extremely important role in all spheres of human activity. Water in the pulp and paper industry plays a very important role, it is the same raw material as vegetable pulp [1,2]. Due to the fact that all technological processes are based on technology for the use of water, it in the production of paper and cardboard has a multifunctional purpose [2,4]:

- water is one of the main components and components of the technological process, along with fibrous semi-finished products (cellulose and waste paper) used in the manufacture of paper and cardboard;

- water performs the following main functions: it serves as a vehicle of pulp; means for cooling and sealing equipment;

- as a chemical component is used to bind fibrous components in the manufacture of paper and cardboard and for other purposes.

- according to the physical state, water in the process of preparation of technological mass and production of products on a paper machine is both in the free sorbed state and in chemically bound form [1,2].

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

In the process of making the paper itself, the water that is part of the formed fibrous suspension goes through several stages, during which water participates in the formation of the paper structure, and then subjected to treatment and purification from various impurities and contaminants [2].

With regard to the technology of preparation of paper pulp, in this case, the opposite flows of mass and water. In order to reuse the water formed during the preparation of the pulp, separate microcycles are created. The technological mass, passing the stages of preparation and gradual purification, moves from the initial to the final stages of the technological process. Fresh process water, as compensation for losses, try to enter into the process, mainly in the final stages of the technological process of manufacturing.

It is important to take into account the impact of individual indicators of fresh water in production processes on the quality of finished products. Among the main and important indicators of fresh water are the following, namely:

- the total amount of salts, characterized by a dry residue due to evaporation of water;
- water transparency - is determined by the thickness of the water layer in the cylinder, through which the image is visible at the bottom of the cylinder;
- oxidation of water - is characterized by the content of organic impurities in the water;
- reaction of water - its acidity or alkalinity;
- water hardness - an indicator that indicates the content of water-soluble salts of magnesium and calcium.

Water has a smell, taste, color. In fresh water, the content and weak development of microorganisms in the amount of $1 \cdot 10^4 \div 1 \cdot 10^5$ units per liter of water), as well as the presence of ions and cations of various elements.

Thus, taking into account the above, in table. 1 shows these requirements of different consumers of fresh water.

Table 1 - Requirements of different consumers to the quality of fresh water.

Water quality indicators	Group of fresh water consumers						
	General purpose papers				Special types of papers		
	1	2	3	4	5	6	7
Hardness is carbonate, mg-eq/dm ³	Not normalized			1,0	1,1÷1,5	0,02	0,1
Alkalinity, mg-eq/dm ³	3	3	1,5	0,8	2,5	-	-
Chlorides, units Cl ₂	300	200	300	0,8	0,2	0,2	0,1
Sulfates (units SO ₄), mg/dm ³	Not normalized			40	20	-	-
Silicon (SiO ₂), mg/dm ³	400	50	20	20	5	5	0
Copper (Cu), mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-
Iron (Fe ³⁺), mg/dm ³	2,5	1,6	1,0	0,1	0,1	0,1	0,05

Thus, to solve the problem of reducing the volume of fresh water in the production of toilet paper from pulp and the use of return water instead of fresh, must comply with the regulatory requirements declared in the above table.

References

1. *Primakov SP, Barbash VA* Paper and cardboard technology: A guide for universities in Kiev. ECMO - 2008. - 396 p.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

2. *Ivanov SN* Paper technology. - М .: Easy. 2006, 696 p.

3. Resource-efficient and clean production: Training Guide for the implementation of resource-efficient and cleaner production (UNIDO Cleaner Production Toolkit), <http://recpc.kpi.ua/en/resursnye-materialy-2/posibnik-yunido-pochistomu-virobnitstvu>.

4. *Zamoruev BM* The use of water in pulp and paper production: - Publisher: Forest Industry ,. М: 1993. - 216 p.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.252.2:676.038.2:676.02/.05

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАГОРОДЖЕННЯ
МАКУЛАТУРНОЇ МАСИ У ВИРОБНИЦТВІ САНІТАРНО-
ГІГІЄНИЧНОГО ПАПЕРУ**

магістрант Кекух М.В., к.т.н., доц. Мовчанюк О.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Основна мета процесу облагороджування маси із задрукованої макулатури – відновлення білості і чистоти до рівня, що забезпечує можливість її використання замість вибіленого целюлозного волокна для виробництва писально-друкарських, санітарно-побутових та інших видів білого паперу [1]. Важливим етапом облагородження макулатурної маси (ММ) є видалення з неї частинок друкарської фарби. Це здійснюється двома способами: промиванням та флотацією.

Основні властивості санітарно-гігієнічних видів паперу (tissue) - м'якість і вбирність – потребують відсутності в макулатурній масі частинок зольних елементів (наповнювачів і крейдувальних покриттів), друкарської фарби і липких речовин. Головною проблемою підготовки макулатурної маси для виробництва tissue є зниження вмісту липких речовин і зольних елементів, вміст останніх має бути зменшений до 1,0 – 1,5%. Тому в технологічні схеми підготовки маси необхідно включати промивання, що є ефективним для видалення домішок розміром менше 30 мкм [2, 3].

Промивання здійснюють шляхом попереднього розбавлення ММ водою та її подальшого згущення. При промиванні відбувається фільтрація ММ і видалення тонкодисперсних частинок домішок, а також розчинених і колоїдних речовин, що негативно впливають на процеси виготовлення паперу та якість готової продукції. До розчинених і колоїдних речовин відносяться різні неорганічні і органічні сполуки, що можуть підвищити ХПК оборотної та

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

стічної води, а також збільшити аніонне забруднення ММ [2].

Для підвищення ефективності процесу промивання ММ необхідно проводити його в кілька ступенів. Коли частинки фарби достатньо дисперговані, на одній стадії промивання можна видалити до 85% частинок, а за використання трьох та більше ступенів промивання (в умовах експерименту) – до 99%. Практично ж отримати такого видалення частинок неможливо, завдяки окремим частинкам фарби, що повторно осаджуються на волокнах. Додаткове промивання підвищує білість ММ на 4 – 5% при втраті 10 – 15% волокна і зольних елементів. Досягнення білості ММ 68 – 72% можливо при втраті дрібного волокна і зольних елементів понад 30% [2].

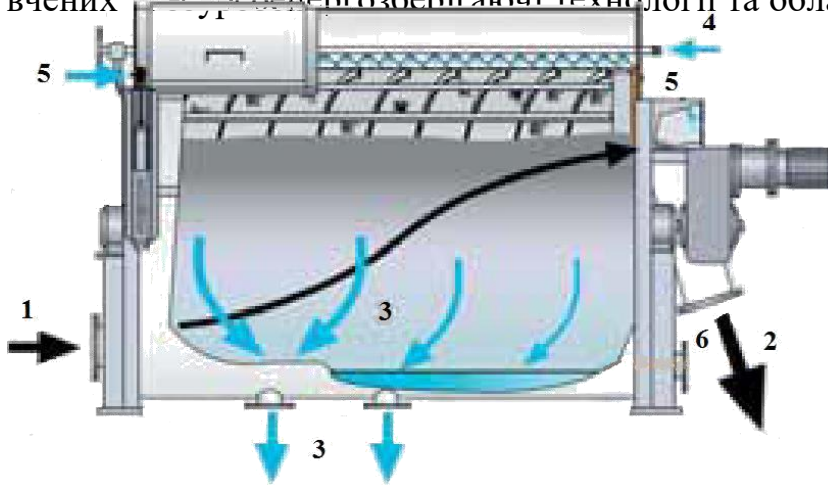
Найбільш важливими показниками маси, від яких залежить продуктивність промивного обладнання, є ступінь млива, концентрація, температура, фракційний склад і вид маси. Для отримання високого ефекту промивання частинки фарби повинні бути добре дисперговані. Цього можна досягти за допомогою, наприклад, термодисперсійного оброблення. Зменшення концентрації маси, що надходить на промивання, як і підвищення концентрації промитої маси, сприяє більш ефективному видаленню з ММ тонкодисперсних твердих частинок [2].

Традиційними апаратами для промивання є згущувачі барабанного типу. До них відносяться шаберні згущувачі та двобарабанні. Перші здатні підвищувати концентрацію маси до 7%, а другі – до 20 – 35%. Широкого розповсюдження отримали стрічкові преси, включаючи двосітковий прес.

Апарат типу OptiThick GAP-Washer фірми Valmet відноситься до групи стрічкових пресів і дозволяє регулювати ступінь зневоднення ММ та видалення дрібних волокон. Технологія GAP-Former забезпечує високу якість промивання ММ за високої продуктивності від (115 до 400 т/добу). Концентрація маси, що надходить на промивання, – 0,7 – 1,4% [2].

Для промивання ММ може бути використаний згущувач OptiThick GT

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"



фірми Valmet (рис. 1). Його продуктивність складає 100 – 200 т/добу. Ефективна площа фільтрації барабана становить 80%, концентрація маси, що

надходить, – від 0,1%, промитої суспензії – до 5%. [2].

Рис. 1. Згущувач типу OptiThick GT:

1 – подача маси; 2 – вихід згущеної маси; 3 – фільтрат; 4 – сприски;
5 – оглядове вікно; 6 – дренаж

Конструкція дискового фільтра OptiThick DF від Valmet дозволяє вийти на новий рівень продуктивності та надійності згущення, і може використовуватися як для промивання ММ, так і для освітлення води [4].

Дисковий фільтр OptiThick DF складається з фільтруючих дисків, що прикріплені до порожнистого центрального вала, який обертається і частково занурюється у ванну з ММ. Вакуум, що створюється всередині вала, спричиняє утворення фільтруючого шару. Під час обертання диска шар волокон збільшується по товщині. Фільтраційна здатність і чистота фільтрату визначаються рівнем вакууму, концентрацією маси, товщиною волокнистого шару. Збільшена продуктивність OptiThick DF є результатом ряду конструктивних особливостей. Сектори мають поліпропіленовий фільтр у вигляді сорочки та кільце ущільнення біля основи сектора. Перше впровадження OptiThick DF відбулося у Монтаржі (Франція), у технологічному потоці підготовки маси для високоякісних сортів санітарно-гігієнічного паперу. Сорочка фільтра WavStar від Valmet (рис. 2) підходить для всіх видів секторів дискових фільтрів. Особливість WavStar полягає в гофрованому полотні, що

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

збільшує поверхню сектору на 29%, а продуктивність – на 10 – 25%, крім того полегшується видалення уловленого волокна з фільтра та спрощується обслуговування [4].

Для високопродуктивних технологічних потоків можна використовувати двобарабаний згущувач TwinRoll Evolution, що має продуктивність понад 2000 т/добу.



Рис. 2. Фрагмент гофрованого полотна сорочки WavStar

Таким чином, підвищити ефективність облагородження ММ для виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу можна, використовуючи стадію промивання. Суттєво покращує ефективність багатостадійне промивання. Додаткове промивання підвищує білість ММ на 4 – 5%. Досягнення білості 68 – 72% можливо при втраті дрібного волокна і зольних елементів понад 30%. А сучасні конструкції двобарабаних згущувачів, GAP-формерів та дискових фільтрів можуть забезпечити високу продуктивність.

Перелік посилань :

1. Флотация макулатурної маси [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. Мовчанюк, А. Остапенко. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2020. 77 с.
2. Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Александров А.В., Гаузе А.А.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Технология и оборудование переработки макулатуры: учеб. пособ. СПб: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. Ч. III. 139 с.

3. Ковалева О. Ресурсосберегающая технология переработки макулатуры. Ч. 12. Удаление печатной краски методом промывки // ЛесПромИнформ. 2008. № 2 (51). С. 118—121.

4. https://www.valmet.com/globalassets/media/downloads/white-papers/board-and-paper-making/wppb_rebuildingproduction.pdf

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.244:676.011:676.026.735

ПІДВИЩЕННЯ АДГЕЗІЇ ПІД ЧАС ЕКСТРУЗІЙНОГО ЛАМІНУВАННЯ ПАПЕРУ ПОЛІЕТИЛЕНОМ

магістрант Коваленко А.В., к.т.н., доц. Мовчанюк О.М.

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

У сучасній пакувальній індустрії широкого розповсюдження набули комбіновані матеріали на основі паперу та картону, для виробництва яких застосовується поліетилен низької щільності, який наноситься на паперову основу екструзійним способом (рис. 1). Однак низька вільна поверхнева енергія такого поліетилену і, відповідно, обмежена здатність до адгезійної взаємодії обумовлюють необхідність додаткового використання методів підвищення цієї взаємодії з паперовою основою. Особливо актуальним вирішення цієї проблеми стає у зв'язку з постійним намаганням виробників підвищувати продуктивність своїх технологічних ліній [1].



Рис. 1. Вузол екструзійного нанесення поліетилену на паперову основу

Адгезійна взаємодія, в першу чергу, визначається процесами змочування

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

поверхні основи розплавом і є визначальним чинником в гетерогенній системі.

Процеси формування адгезійної взаємодії при екструзійному ламінуванні передбачають формування поверхні контакту під час нанесення розплаву на основу. При збільшенні швидкості процесу часу на змочування поверхні стає все менше. При дуже високій температурі розплаву (300 – 320 °С) в ньому можуть відбуватися процеси зшивання, які в основному локалізовані в зовнішніх шарах розплаву і надалі перешкоджають встановленню інтенсивної адгезійної взаємодії. У зв'язку з цим опір розшаруванню по границі поділу шарів стає недостатнім для успішної експлуатації матеріалу. Тому поліпшення експлуатаційних властивостей композиційних матеріалів часто пов'язано з пошуком методів регулювання адгезійної взаємодії між компонентами гетерогенної системи [1].

Відомо цілий ряд фізичних методів модифікації поліетилену, серед яких найбільше застосування отримали: променеве оброблення (радіаційне, радіаційно-термічне оброблення, оброблення УФ-випромінюванням), вплив електромагнітним полем (електротермічне оброблення, оброблення в магнітному полі), газополум'яне оброблення, вплив електричним розрядом, періодичне деформування. Ці методи оброблення сприяють підвищенню поверхневої енергії і, отже, адгезії. До подібних технологічних прийомів відноситься і метод ультразвукового (УЗ) оброблення розплаву полімеру. Відомо, що УЗ оброблення призводить до зміни структури макромолекул внаслідок деструктивних процесів, які протікають в полімері, що дозволяє збільшити адгезійну взаємодію між папером і полімерним покриттям.

Авторами [1] були проведені порівняльні дослідження кількох методів підвищення адгезії під час отримання комбінованих матеріалів. Вивчення поверхні отриманих зразків методом світлової мікроскопії, дозволило зробити висновок про краще змочування поверхні картону розплавом в разі його УЗ-оброблення. При цьому посилилася адгезійна взаємодія, про що свідчить

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

наявність значної кількості волокон, що залишилися на поверхні поліетилену після розшаровування. На рисунку 2 наведено фотографії відшарованого від комбінованого матеріалу поліетилену. Комбінований матеріал був отриманий шляхом нанесення розплаву поліетилену (ПЕ) на картон методом екструзії за 270 °С з різними способами оброблення розплаву і поверхні картону [1].

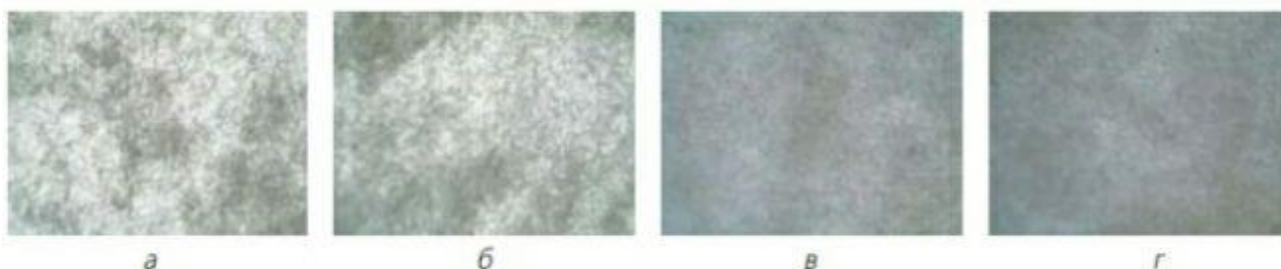


Рис. 2. Фотографії поліетилену, відшарованого від комбінованого матеріалу, що був отриманий з різними способами оброблення: а – ПЕ та картон не обробляли; б – ПЕ не обробляли, картон обробляли КР; в – ПЕ обробляли УЗ, картон не обробляли; г – ПЕ обробляли УЗ, картон – КР

Спільне застосування оброблення розплаву ПЕ ультразвуком і введення в нього термостабілізаторів дає ефект, що перевищує ефект від використання кожного з цих методів модифікації окремо та забезпечує опір розшаруванню комбінованого матеріалу на рівні 140 – 160 Н/м [2].

Інша група методів підвищення адгезії пов'язана з обробленням паперу-основи: попереднє електронне оброблення з використанням коронного розрядку (КР); попереднє ґрунтування сумішами, що містять сполуки титану, кремнію, або поліетиленіміном (створення адгезійного шару) [3].

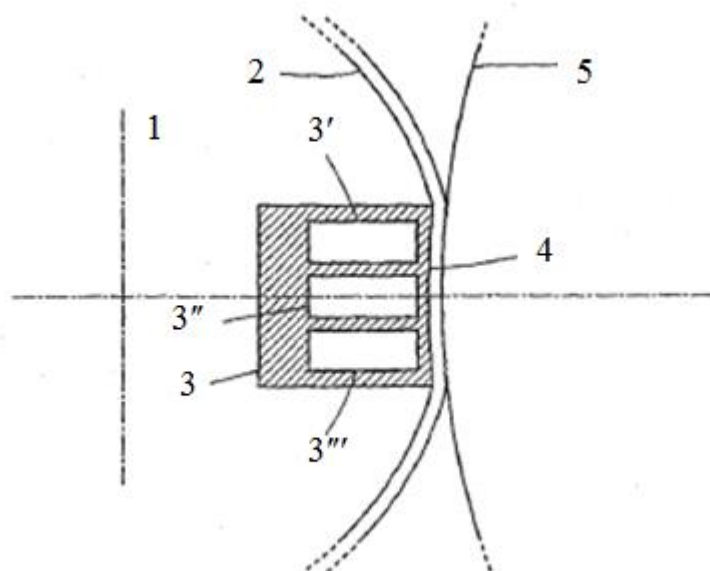


Рис. 3. Схематичний вигляд збоку зони контакту між притискним валом башмачного типу і охолоджувальним валом: 1 – притискний вал; 2 – притискне полотно; 3 – притискна балка; 3', 3'', 3''' – притискні елементи; 4 – передня поверхня балки; 5 – охолоджувальний вал

Нарешті, вирішити проблему низької адгезії можна також, подовжуючи час перебування полотна в зоні контакту валів (зоні нанесення поліетилену). Схематичний вигляд збоку зони контакту між притискним і охолоджувальним валами ламінаційної станції з сучасною технологією башмачного притиску представлено на рис. 3 [4]. Особливо важливе значення це має для низькощільних видів паперу та картону, що мають зберегти після ламінування свою структуру, і, відповідно, тиск між валами у вузлі нанесення поліетилену має бути низьким. При цьому забезпечується можливість в широкому діапазоні регулювання під час роботи зусилля тиску.

Отже, спільне застосування кількох методів модифікації у технології отримання комбінованого матеріалу ПЕ – папір (картон) дозволяє отримати високу адгезійну взаємодію матеріалів та суттєво підвищити швидкість технологічної лінії; знизити температуру екструзії до 270 °С, в разі

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

необхідності, забезпечити збереження структури низькощільних видів паперу або картону та розширити діапазон регулювання тиску в зоні нанесення.

Перелік посилань:

1. Ананьев В.В., Филинская Ю.А., Кирш И.А., Банникова О.А., Уткин А.О. Повышение качества комбинированных полимерных материалов и дизайн упаковки / Пищевая промышленность, 2012. № 1. С. 16–18.

3. Банникова О.А. Влияние технологических параметров процесса экструзионного ламинирования на свойства комбинированного материала полиэтилен-бумага : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук : 05.17.06. М., 2012. 20с.

3. Трухтенкова Н.Е. и др. Технология упаковочной бумаги. М.: Лесн. пром-ть, 1974. 288 с.

4. Патент на винахід України № 100879, МПК В32D 37/10, D21H 27/30 (2006.01), В32В 27/10 (2006.01) d21f 3/00, d21h 27/18 (2006.01). Ламінаційна станція для ламінування полотна картону або тонкого картону / Перссон О., Йонассон К. № а 201011825; заявл. 10.01.11; опубл. 11.02.13, Бюл. № 3.

UDC 676.1.3

**USE OF EFFICIENT SPORTS SYSTEMS OF LOW-WASTE
CLOSED WATER USE SYSTEMS IN THE PRODUCTION
OF BASE PAPER FOR WIRE**

Undergraduate students Ganzhuk A., Osipenko V.,
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 проведено аналіз використання спорскових систем маловідходних замкнутих циклів водокористування з метою підвищення їх ефективності та розробки ресурсоефективних технологій в процесах виробництва санітарно-гігієнічних видів паперу із целюлози. На сьогоднішній день зусилля світової спільноти спрямовані на вирішення екологічних та соціально-економічних проблем та забезпечення сталого виробництва та споживання. Нова програма сталого розвитку, що містить ряд цілей, які мають забезпечити світовій спільноті сталий розвиток на 2016-2030 роки[3]. В системі водокористування виробництва паперової продукції можна виділити шість контурів циркуляції зворотної води, враховуючи такий показник, як зменшення ступеня забрудненості води [4]. Таким чином, контур водокористування сучасної папероробної машини являє собою досить складну систему. Існує велика кількість вузлових місць, через які проходить велика кількість взаємно пов'язаних потоків води. Тому, на підприємствах, що працюють з системами використання води, близьких до мінімального споживання, прийнято поділяти контури використання зворотної води на основні та допоміжні. До основних відносяться контури води, що транспортують волокновмісну масу по технологічному потоку, тобто контури води, які мають безпосередній контакт з

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

вихідними напівфабрикатами [2,4]. До допоміжних контурів циркуляції води відноситься вода, яка використовується для ущільнення і охолодження вакуумної системи папероробної машини [4]. На практиці існує цілий ряд способів зниження витрат свіжої води для ущільнення вакуумних насосів. Одним з них є каскадне підключення вакуумних насосів. В цьому випадку холодна вода, яка використовується для ущільнення високовакуумної частини насосів, послідовно передається на ущільнення низковакуумної частини насосів. В роботі показано, що перехід від системи спорсків низького тиску на високий може забезпечити зниження витрати свіжої води до 94%.

Ключові слова: *свіжа вода, санітарно-гігієнічні види паперу, показники якості паперу, споркові системи.*

Summary. In the course of the work the analysis of the use of sports systems of low-waste closed cycles of water use was carried out in order to increase their efficiency and development of resource-efficient technologies in the production of sanitary and hygienic types of pulp paper. To date, the efforts of the world community are aimed at solving environmental and socio-economic problems and ensuring sustainable production and consumption. A new program of sustainable development, which contains a number of goals that should ensure the world community sustainable development for 2016-2030 [3]. In the system of water use in the production of paper products can be divided into six circuits of return water circulation, taking into account such an indicator as reducing the degree of water pollution [4]. Thus, the water use circuit of a modern paper machine is a rather complex system. There are a large number of nodal points through which a large number of interconnected water flows. Therefore, at the enterprises working with systems of use of water close to the minimum consumption, it is accepted to divide contours of use of return water on the main and auxiliary. The main ones are water circuits that transport fiber-containing mass along the technological flow, ie water circuits that have direct contact with the original semi-finished products [2,4]. Auxiliary circuits of water circulation include

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

water, which is used to seal and cool the vacuum system of the paper machine [4]. In practice, there are a number of ways to reduce the consumption of fresh water to seal vacuum pumps. One of them is the cascade connection of vacuum pumps. In this case, the cold water used to seal the high-vacuum part of the pumps is sequentially transferred to the seal of the low-vacuum part of the pumps. The paper shows that the transition from a system of low to high pressure sports can reduce the consumption of fresh water up to 94%.

Key words: fresh water, sanitary and hygienic types of paper, paper quality indicators, spore systems.

The purpose of this work is to analyze the use of effective sports systems of low-waste closed cycles of water use in the production of base paper for cellulose napkins [1,2] at PJSC "Kyiv Cardboard and Paper Mill". As a result of the analysis it is possible to offer innovative solutions in the technology of paper bases for napkins, which is a necessary condition for its survival in the market.

To date, the efforts of the world community are aimed at solving environmental and socio-economic problems and ensuring sustainable production and consumption. The new sustainable development program, which contains a number of goals to ensure sustainable development for the world community for 2016-2030, was unanimously adopted by 193 countries in late September 2015 at the 70th session of the UN General Assembly in New York at the UN Summit [3].

In the system of water use in the production of paper products can be divided into six circuits of return water circulation, taking into account such an indicator as reducing the degree of water pollution [4]. Thus, the water use circuit of a modern paper machine is a rather complex system. There are a large number of nodal points through which a large number of interconnected water flows. Therefore, at the enterprises working with systems of use of water close to the minimum consumption, it is accepted to divide contours of use of return water on the main and auxiliary. The

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

main ones are water circuits that transport fiber-containing mass along the technological flow, ie water circuits that have direct contact with the original semi-finished products [2,4]. Auxiliary circuits of water circulation include water, which is used to seal and cool the vacuum system of the paper machine [4].

Most machines for paper and cardboard production are equipped with vacuum water ring pumps, and modern machines have vacuum stations that consume a huge amount of water. For example, to provide a vacuum system of a modern cardboard machine with a capacity of $200 \div 300$ t / day of multilayer cardboard requires about $12 \text{ m}^3 / \text{t}$ of clean fresh water at a temperature not exceeding $24 \div 25$ 0C.

To reduce this article of water consumption, it is first necessary to ensure stricter control over the consumption of fresh water supplied to the seals of vacuum pumps [2,4].

In practice, there are a number of ways to reduce the consumption of fresh water to seal vacuum pumps. One of them is the cascade connection of vacuum pumps. In this case, the cold water used to seal the high-vacuum part of the pumps is sequentially transferred to the seal of the low-vacuum part of the pumps. The connection scheme of vacuum pumps provides two circuits of water circulation, namely: a circuit of high vacuum, which provides water supply to the couch shaft and the press part of the paper machine and a circuit of low vacuum with a section of suction boxes in the presence of water separators. Water enriched with fiber-containing impurities after water separators is transferred to the return water collection. In this case, a significant reduction in fiber loss is achieved by reducing leaching into the sewer [4]. In the absence of water separators, excess water is fed into the collection without prior thickening. If water separators are installed in each vacuum section, the water containing the fiber and the pile from the cloths can be separated, which reduces the loss of fiber during the discharge of excess return water by approximately 60-70%.

Sports systems must ensure the smooth operation of the grid part of the paper

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

machine, where the consumption of this water and the number of sports is the highest, and the quality of sports water is subject to the highest requirements. Most of the water is consumed through the sports systems of cardboard and paper machines - up to 35% of the total consumption of fresh water required in the technological process of production [2,4].

The issue of selection of the most economical sports for the work of PRM and KRM is of great importance. Thus, in the process of creating low-waste closed water consumption systems, the issue of replacing fresh water with reverse and reusable in almost all areas of the technological process of paper and cardboard production is associated with the development of new types of sports equipment.

Direct consumption of fresh water can be reduced by using high pressure spores. Many modern paper machines are equipped with oscillating high-pressure spores, which are equipped with a device for moving the sport nozzles on the mesh web, ensuring uniform washing of the surface of the mesh or cloth. Sporsk works on filtered water with a suspended solids content of $10 \div 15 \text{ mg / dm}^3$.

Thus, the transition from a system of low pressure to high pressure can reduce fresh water consumption by up to 94%.

References

1. *Primakov SP, Barbash VA* Paper and cardboard technology: A guide for universities in Kiev. ECMO - 2008. - 396 p.
2. *Ivanov SN* Paper technology. - M.: Easy. 2006, 696 p.
3. Resource-efficient and clean production: Training Guide for the implementation of resource-efficient and cleaner production (UNIDO Cleaner Production Toolkit), <http://recpc.kpi.ua/en/resursnye-materialy-2/posibnik-yunido-pochistomu-virobnitstvu>.
4. *Zamoruev BM* The use of water in pulp and paper production: - Publisher: Forest Industry, M: 1993. - 216 p.

UDC 676.2.035, 676.252

FEATURES OF OBTAINING SANITARY AND HYGIENIC PAPER

Assoc. Prof., Cand. Sci. (Tech.) R. Cheropkina, master student K. Portyukh, master student D. Tishchenko

National Technical University of Ukraine

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

The global decline in the production of offset paper for printing is observed due to the increase in electronic publications of newspapers, magazines, books, documents. But sanitary paper, which is used to make napkins, towels, medical supplies and toilet paper, is on the rise. During the COVID-19 pandemic, the demand for sanitary products increased. This factor will contribute to the growth of the paper market in the near future [1].

In Ukraine, the consumption of sanitary and hygienic products is about 4 kg per person, compared to 15-19 kg in developed European countries. One of the reasons is the low culture of consumption of this type of product [1].

Such paper is subject to certain special indicators, in accordance with the operating conditions of products based on it - aesthetic, hygienic and physical-mechanical. The base paper must have sufficient strength in dry and wet conditions, good absorbency and looseness, softness, low dustiness, whiteness, etc. [2].

1. The mechanical strength of paper in the dry state depends on the magnitude of the interfiber bonding forces. The main factors influencing the strength of paper are determined by the quality of the source fibrous material - cellulose, semi-cellulose, wood pulp, waste paper, chemical fibers and the technological process of paper production - the degree of grinding, casting, pressing, drying and further processing.

2. The absorbency of paper depends on both the properties of the absorbed liquid and the physical properties of its micro- and macrostructure.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

To ensure a high absorption capacity, the paper structure should be loosely bound and porous. This is achieved through the use of semi-finished products of garden grinding, by fastening, embossing, intensive drying, increasing the hydrophilicity of the fibers, through the use of chemical auxiliaries.

3. The softness of the paper characterizes the elastic deformation. At present, the enterprises produce paper-based for sanitary and hygienic purposes, mainly single-layer toilet paper and paper towels from waste paper. This leads to technological difficulties in achieving high quality paper due to the low paper-forming properties of waste paper [1].

The aim of the work is to improve the consumer properties of sanitary paper, reduce the deformation of the fibers and increase their hygroscopicity, due to the use of chemical fibers in the composition.

Fibrous semi-finished products. When choosing semi-finished products for the production of base paper, it is necessary to take into account both consumer properties and economic indicators and hygienic characteristics.

Traditionally, sanitary and hygienic types of paper are produced from vegetable raw materials - semi-finished products from different types of wood or annual plants. The use of waste paper in the production of mass types of base paper allows to expand the raw material base, reduce production costs, preserve high-quality fibrous semi-finished products. But the fibrous mass of waste paper is characterized by reduced strength of individual fibers, weak ability to form interfiber bonds in the process of forming the fabric, deterioration of the ability of fibers to swell, hydrate and internal fibrillation, increased grinding, which leads to composition.

Among the ways to restore the paper-forming properties of secondary fibers and increase the strength of paper based on them, now in the literature there is more and more information about the use of chemical fibers in the composition of paper [3]. Studies have shown that the partial replacement of plant fibers in the composition of paper by chemical has a positive effect on its physical and mechanical

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

characteristics and special properties [3]. The parameters of synthetic fibers can be compared with the size of natural cellulose fibers, which greatly facilitates the adaptation of synthetic fibers in the flow of paper production [2, 3].

For the production of high-quality types of sanitary paper, it is recommended to use in the composition up to 30% of chemical fibers, mainly viscose and polyvinyl alcohol. The paper thus acquires improved elastic deformation characteristics and increased strength, textile-shaped neck, increases the thickness, improves the plumpness and absorption capacity [2].

Viscose fiber. The production of viscose fiber is cost-effective because it has the lowest cost among all chemical and natural fibers. Viscose fiber is characterized by good physical and mechanical properties and high hygroscopicity.

The raw material for obtaining long viscose fibers is wood pulp. As a result of treatment of cellulose with an alkaline solution, and then with a solution of carbon disulfide CS₂, a viscous solution of viscose is formed. From this viscous solution thin threads, in the form of fiber are extracted. By chemical nature, it is chemically pure cellulose, but non-fibrous structure [2-4].

Polyvinyl alcohol fibers are close to viscose in their physical and mechanical properties and these fibers are hygroscopic. They are the only hydrophilic synthetic fibers produced on an industrial scale. To obtain the fiber using polyvinyl alcohol with a degree of polymerization of 1200-1600. Polyvinyl alcohol fibers occupy an intermediate position between synthetic and natural cellulose. The fiber has high strength. Under normal conditions, they absorb 4.5-5% of moisture, and at 100% relative humidity - 12%. Fibers are resistant to abrasion, their elastic properties are higher than natural and artificial cellulose fibers. The fiber is resistant to acids and alkalis and to the action of putrefactive microorganisms and mold [2 - 4].

Conclusions. Based on the theoretical provisions, the use of chemical fibers in the composition of the base paper of sanitary and hygienic purposes is substantiated.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Improved consumer properties of this paper can be achieved through the use of viscose and polyvinyl alcohol fibers.

Literature

1. Анализ рынка изделий из бумаги (туалетная бумага, салфетки, бумажные полотенца) Украины. 2019 год. <https://pro-consulting.ua/issledovanie-rynka/issledovanie-rynka-izdelij-iz-bumagi -ukrainy-2019-god>
2. Пестова, Н. Ф. Технология производства санитарно-гигиенических видов бумаг [Электронный ресурс]: учебное пособие: самостоятельное учебное электронное издание/Н. Ф. Пестова ; Сыкт. лесн. ин-т. - Электрон. дан. – Сыктывкар : СЛИ, 2018
3. Андрієвська Л.В., Глушкова Т.Г., Коптюх Л.А., Мостика К.В. Поліпшення властивостей паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення. Вісник Черкаського державного технологічного університету. – №2. 2015. – С. 141 – 146.
4. Диагностические признаки недревесных растительных и химических волокон / Под ред. Н.П. Зотовой-Спановской. – М.: Лесн. промышленность, 1981. – 119 с.

УДК 676.274

**APPLICATION OF MACERATION FOR DELIGNIFICATION
CORN COB WRAPPERS**

master S. Tutska, master A. Denusenko, assis. Prof., Ph.D. R. Cheropkina

National Technical University of Ukraine

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Even in the digital age, the paper industry is thriving as paper remains an integral part of our daily lives.

Modern retail trade is a driver of growing demand for packaging materials. As e-commerce is developing in this sector, the need for the production of wrapping paper and cardboard is growing.

Today, the industry uses waste paper for the production of packaging paper and cardboard, which can not meet the consumer properties of this product segment. Therefore, the presence of primary fiber in the composition, including from non-wood raw materials, will increase the competitiveness of such products [1].

Technologically complex and costly process of production of semi-finished products today requires the provision of new technical solutions, reconstructions, the availability of alternative raw materials.

Researchers of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute are successfully conducting research in the field of using agricultural waste for processing into cellulose. Corn stalks, which are chemically close to hardwoods and therefore suitable for use in the pulp and paper industry, have been studied [1].

The prospects of using corn cob wrappers as cellulose-containing raw materials are shown – cellulose content 36 %, pentosans about 27 %, resins, fats and waxes – 1.8 %, lignin – 14 %, ash – 2.5...3.0 % [2] . It was previously investigated that delignification of wrappers by alkaline and alkaline-soda method allows to obtain semi-finished products in the form of semi-cellulose. Such raw materials can partially replace wood in the production of fibrous semi-finished products [2].

This paper proposes the use of two-stage processing of corn cob wrappers at low temperatures for better removal of lignin from them and improvement of mechanical performance of semi-finished products. The first stage of delignification is the heat treatment of raw materials with a solution of sodium hydroxide. During this period, the process of maceration, i.e. cell division in plant tissues due to the dissolution of intercellular substance [3]. The second stage involves cooking in a slightly alkaline medium using ethanol to complete the process of delignification [2].

The purpose of the work is to obtain fibrous semi-finished products from corn cob wrappers using maceration and delignification at low temperatures.

Results. At the maceration operation, the chaff was treated with a solution of sodium hydroxide with a concentration of 20 g/dm^3 in units of Na_2O and hydromodule 7:1. The maceration process was performed at a temperature of $90 \text{ }^\circ\text{C}$ for 30 minutes. After treatment, the liquid phase was drained and further cooked in two ways: with the addition of water and with the addition of a mixture of water and ethanol. The amount of liquid added in the second operation was 35 % of the volume of the maceration solution. The consumption of ethyl alcohol was 20 % of the volume of water. The cooking time was 30 and 60 minutes at a temperature of $96 \dots 102 \text{ }^\circ\text{C}$.

The results are given in table.

From the analysis of the data of table. it is seen that during maceration a well-delignified semi-finished product is obtained, which corresponds to cellulose in terms of yield and residual lignin content. However, after cooking in the second stage by the soda method, there is an increase in the yield and strength of the semi-finished product. This pattern is partly explained by the stabilization of hemicelluloses, which swell and fibrillate easily with the formation of additional hydrogen bonds. Extending the cooking time leads to a decrease in yield without improving delignification, which is negatively reflected in the strength.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Delignification of raw materials in the presence of ethanol leads to an increase in yield by 2.5...3.0 % compared with maceration, without deepening the delignification. Therefore, the strength indicators are approximately at the same level.

Table – Qualitative indicators of fibrous semi-finished products obtained at a concentration of maceration solution of 20 g/dm³ in units Na₂O

Parameter	Maceration	Alkaline, 30 min	Alkaline, 60 min	Alkaline- alcohol, 30 min	Alkaline- alcohol, 60 min
Yield of pulp, %	36,0	46,4	44,6	38,2	37,4
Lignin, %	3,6	4,1	4,0	4,4	4,1
Ash, %	1,89	-	-	1,72	1,49
Breaking length, m	4170	5170	4640	4545	4090
Tearing strength, mN	560	960	640	720	560
Fracture strength with multiple double folds, number of double folds	110	510	90	170	150
Burst index, kPa	168	285	210	265	219

However, in the case of alkaline-alcohol delignification there is a decrease of 7...8 % yield compared to soda, and the content of residual lignin is approximately the same regardless of the duration and method of delignification.

Analysis of physical and mechanical properties of fibrous semi-finished products showed that the best results were obtained by the method, which includes the stage of maceration and cooking lasting 30 minutes by the soda method.

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Conclusions. As a result of the process of maceration of corn cob wrappers, semi-finished products in the form of cellulose were obtained. The use of maceration followed by cooking of raw materials for 30 minutes allows to improve the quality of semi-finished products from wrappers. The issue of the effect of ethanol on the delignification of raw materials needs more attention.

REFERENCES

1. В.А. Барбаш Бумага из стеблей кукурузы. В.А. Барбаш, И. В. Трембус, Нагорная Ю. М., Шевченко В. М. // Упаковка_матеріали. – 2012. – № 2 – с. 22 – 25.
2. Татарова К.О., Черьопкіна Р.І. Нові джерела сировини. Збірник тез доповідей XVI Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (22-23.04.2019 р. м Київ) – С. 112–113.
3. Азаров В. И., Буров А. В. Химия древесины и синтетических полимеров: Учебник для вузов. СПб.: СПбЛТА, 1999. – 629 с.

UDC 676.274

CAUSES OF PAPER VERSATILITY DURING ITS DEHYDRATION ON THE GRID TABLE

Master M. Kharitonchuk, assis. Prof., Ph.D R. Cherepkina,

assis. Prof., Ph.D I. Trembus

National Technical University of Ukraine

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Some types of paper are made quite hydrophobic. To enhance the hydrophobicity and bonds between the individual fibers, sizing is performed, which reduces the ability of the paper to get wet, absorb and adsorb water. There are two types of sizing - sizing in bulk and surface sizing [1].

1. Surface sizing is based on applying a thin layer of sizing agents to the paper surface using special equipment. As a result, the high strength of the paper surface is provided, the plucking of individual fibers by sticky paints is reduced, and the deformation during wetting is reduced.

2. In the case of sizing in the mass, the sizing substances are fed into the paper pulp before forming the paper web and are more or less evenly distributed in the volume of the mass. This provides a certain degree of resistance to the absorption of liquids [1].

Recently, sizing of paper in a neutral or alkaline medium at $\text{pH} \approx 6.8 \dots 9.0$ is becoming more common. The advantages of sizing in a neutral environment include reduced corrosion of equipment, increased fixation of mineral filler and fine fibers, increased abrasion resistance of the paper; improving the ability to meet increased requirements for paper quality (higher degree of hydrophobicity, greater paper strength, increase by 25 ... 40% of the efficiency of optical brighteners); increase of technical and economic indicators of production. Neutral sizing is especially necessary in the case of the production of high-grade types of paper, which contain

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

calcium carbonate as a filler, which decomposes in an acidic environment with the release of carbon dioxide [1, 2].

Paper filling is also used in paper production. The main purpose of filling the paper, on the one hand, is to give the paper a certain whiteness, opacity, smoothness, softness, absorbency. Mineral fillers improve the printing properties of paper. On the other hand, the use of mineral fillers reduces the cost of finished paper. Mainly due to the replacement of part of the cellulose fibers, which are quite expensive compared to fillers [1].

Along with the positive aspects of the use of fillers, there are also negative ones, which consist in reducing the degree of sizing of the paper, mechanical strength, namely tear and puncture resistance, breaking strength during repeated bending, etc.

There are certain requirements for fillers that are introduced into the pulp. The filler must:

- have a high whiteness;
- ensure maximum opacity;
- be homogeneous and fine, have particles no larger than 0.3 μm ;
- the particles should not be too hard, so as not to have a mechanical impact on the equipment used for the manufacture and processing of paper;
- be chemically inert, insoluble in water and constant in air;
- have a low density so as not to cause versatility of the paper and hold well on the fiber;
- to bind firmly to a paper cloth; be affordable and cheap.

The purpose of the work is to reduce the versatility of the paper by installing in the mesh part of the paper machine hydraulic plates.

In the process of forming the paper web on the grid of the paper machine, the filler passes through the forming grid with circulating water. This is partly due to its smaller size than the holes in the grid. Therefore, the introduction into the pulp of substances used for sizing can improve the content of fillers. The degree of retention

of fillers in the paper is also influenced by the order of introduction of substances for sizing and fillers, the amount of fillers, the degree of use of circulating water in technological flows, weight 1 m², machine speed.

But the main defect of the paper is the versatility of the paper. This defect is manifested in the fact that the mesh and front sides of the paper web have different shades, smoothness, absorbency, the degree of sizing. The reason for this pattern is the uneven distribution of mineral filler, substances used for sizing and fine fiber in the thickness of the paper web. The upper side of the paper web contains more filler and fine fiber than the lower side. The main reason for the uneven distribution of the mineral filler in the paper and its leaching as well as fine fibers and resin particles is the use of the vacuum process on the register rollers and suction boxes. As the speed of the paper machine increases, the suction effect on the register rollers increases, so the leaching of the filler and fine fiber increases, which leads to the versatility of the paper. This process has a sharper effect on high-speed cars compared to low-speed [1, 3].

Conclusions. To reduce the versatility of the paper, it is recommended to use hydraulic strips instead of register rollers as elements for dehydration of the paper web in the mesh part. This will hold 10% more fine fiber and twice as much filler.

Literature.

1. Иванов С. Н. Технология бумаги. Издание третье. – Москва: Школа бумаги, 2006. – 690 с.
2. Варепо Л. Г. Полиграфические материалы. Бумага – Омск, 2010. – 132с.
3. Примаков С. П., Барабаш В. А., Технология паперу і картону: Навч. посіб./ Друге видання, переробл. – Київ: Екмо, 2008. – 425с.

UDC 676.274

EFFECT OF EXTRACTION ON DELIGNIFICATION

SUNFLOWER PEEL

master D. Shevchenko, master S. Tutska SA, Assoc. Prof., Ph.D. R. Cheropkina

National Technical University of Ukraine

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Today, scientists around the world pay special attention to the issue of biotechnological and chemical processing of industrial and agricultural waste, in particular the remnants of cellulose-containing raw materials. Increased interest in this topic is associated with the need to dispose of large amounts of waste with the possibility of obtaining secondary raw materials. As a multifunctional secondary raw material you can use sunflower husk – waste oil production.

As of 2019, Ukraine ranks first in the world in sunflower production. Vegetable oils, along with cereals and products of their processing, occupy a major position in the world food market [1].

As the pulp and paper industry is developing rapidly all over the world, in particular in Ukraine, the problem of providing it with raw materials arises [2]. For the integrated use of crops, as well as the conservation of forest resources, it is proposed to use as a raw material for the production of fibrous semi-finished products of sunflower husk. However, because the fruit shells of sunflower have a high content of extractives, in the form of a mixture of higher carboxylic acids with the General formula $C_{19}H_{29}COOH$, glycerin, organic acids and a large proportion of waxes about 3.25%, which can affect the speed and degree of delignification [3], so it is proposed to process them by the soda method with preliminary extraction of raw materials.

The aim of the work is to study the effects of pre-alkaline extraction of raw materials to obtain fibrous semi-finished products by soda from sunflower husk. Results. Two samples of raw materials were treated with 4% NaOH solution for

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

60 min at a temperature of 120 ° C and for GM 5: 1. One of the samples immediately after extraction was squeezed from the extract and re-loaded into the autoclave for further cooking. Cooking was carried out by the soda method with the consumption of active alkali 10% by weight of abs. dry. raw materials, with a temperature rise of 80 ° C, a dose of 130 ° C for 30 minutes and direct cooking at the final temperature for another 30 minutes.

The second sample was squeezed from the extract and analyzed for yield, degree of boiling and determination of mechanical properties. The obtained results were compared with soda cooking without extraction under those conditions.

In fig. the mode of cooking of sunflower husk is shown.

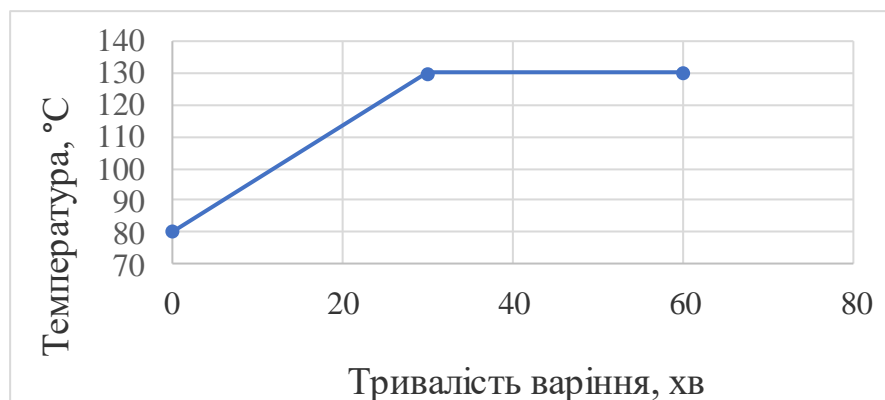


Figure 1 – Mode of cooking sunflower husk soda method at a final temperature of 130 °C with a temperature rise of 30 min and a cooking time of 30 min

The results of yield, lignin content and mechanical properties of the obtained semi-finished products A (after soda cooking method), B (alkaline extraction), C (after alkaline extraction followed by soda cooking) are given in table.

From the analysis of these tables it is seen that the sample B, which was subjected to extraction cooking is characterized by a lower yield than samples A and B by about 8%, this is due to the fact that under double processing the raw material is better impregnated with cooking solution. in the form of SJV. Based on the yield of

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

the semi-finished product, which is in the range of 56 - 61%, it can be described as semi-cellulose.

Table – Qualitative indicators of the obtained fibrous semi-finished products

Sample	Yield of pulp, %	Lignin, %	Ash, %	Physico-mechanical parameters		
				Thickness, mm	Breaking length, m	Tearing strength, mN
A	60,9	29,8	1,6	0,15	950	170
B	60,0	31,1	2,4	0,20	320	110
C	56,3	31,2	1,8	0,16	990	160

Physico-mechanical properties of semi-finished products that have been subjected only to extraction are generally about 60% lower than those of fibrous semi-finished products obtained after cooking (A) and extraction and cooking (B). The values for the breaking length are in the range of 950 - 990 m, the tear resistance is in the range of 160 - 170 mN, which is explained by the plasticization of lignin and the partial formation of additional bonds.

Conclusion. The use of extraction of sunflower husk before soda cooking can improve the strength of the obtained semi-cellulose.

To improve delignification, it is proposed to improve the cooking modes, as well as the conditions of extraction, taking into account the chemical composition of the husk, for example, to increase the concentration of the extraction reagent or the duration of processing.

LITERATURE

1. Власенко І., Семко Т. Олійно-жирова галузь України: виклики та потенціал розвитку / І. Власенко, Т. Семко // Товари і ринки. – 2019. – № 3. – с. 50 – 59.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

2. Zemnukhova L. A., Kovekhova A. V. / Sunflower husk integrated processing prospects / Advanced Materials Research Vols 781–784 (2013) pp 752–755

3. Кудинов П.И. Покровные ткани семян подсолнечника и их влияние на технологию / П.И. Кудинов // Пищевая технология. – 1993. – № 1 – 2. – с. 5 – 10.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.011:676.026.2

ВИКОРИСТАННЯ ДВОСІТКОВОГО ФОРМУВАННЯ ДЛЯ

ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИНИ

магістрант Ковальова К.Р., к.т.н., доц. Мовчанюк О. М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Плоскосіткові папероробні машини наближаються до межі своїх можливостей як за продуктивністю, так і за якістю продукції, що виробляється. Формуюча частина багатоциліндрових машин має низьку швидкість, що значно обмежує зростання продуктивності.

Одним з основних шляхів подальшого вдосконалення відливу паперового полотна є застосування двосіткового формування, що широко використовується для санітарно-гігієнічних видів паперу і дозволяє суттєво підвищити робочу швидкість, а, відповідно, й продуктивність машини. При цьому скорочуються габарити формуючої частини і споживання електроенергії, через часткову або повну відмову від вузлів з тертям ковзання (формуючих та відсмоктувальних ящиків, дефлекторів, гідропланок); надається можливість застосування найсучасніших засобів автоматизації і контролю, регулювання та оптимізації якості продукції, що в підсумку знижує собівартість та підвищує надійність технологічного процесу [1].

Мета роботи – підвищити продуктивність машини шляхом використання технології двосіткового формування у виробництві таропакувальних видів паперу та картону.

Компанією Voith було розроблено ряд двосіткових формуючих пристроїв, серед яких DuoFormer™ Base (рис. 1), що призначений для пакувальних видів паперу та картону [2]. Суспензія волокнистого матеріалу під тиском подається в утворений між двома сітками зазор. Зневоднення відбувається водночас крізь

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

дві сітки, що значно інтенсифікує процес фільтрації та призводить до зменшення енерговитрат. Ефективне розташування напірного ящика у найвищій точці дуоформера спрощує відведення води, частина якої проходить крізь верхню сітку. У цій області енергії напору потоку маси та сили тяжіння достатньо для забезпечення ефективного зневоднення. Високе положення напірного ящика також зменшує ризик повернення потоку маси, тим самим розширюючи робочий діапазон низьких швидкостей. Зона напірного ящика є легкодоступною під час роботи. Відсмоктувальний ящик розділений на дві окремі зони, і витрата вакууму зменшується завдяки гравітації, що сприяє зневодненню [2].

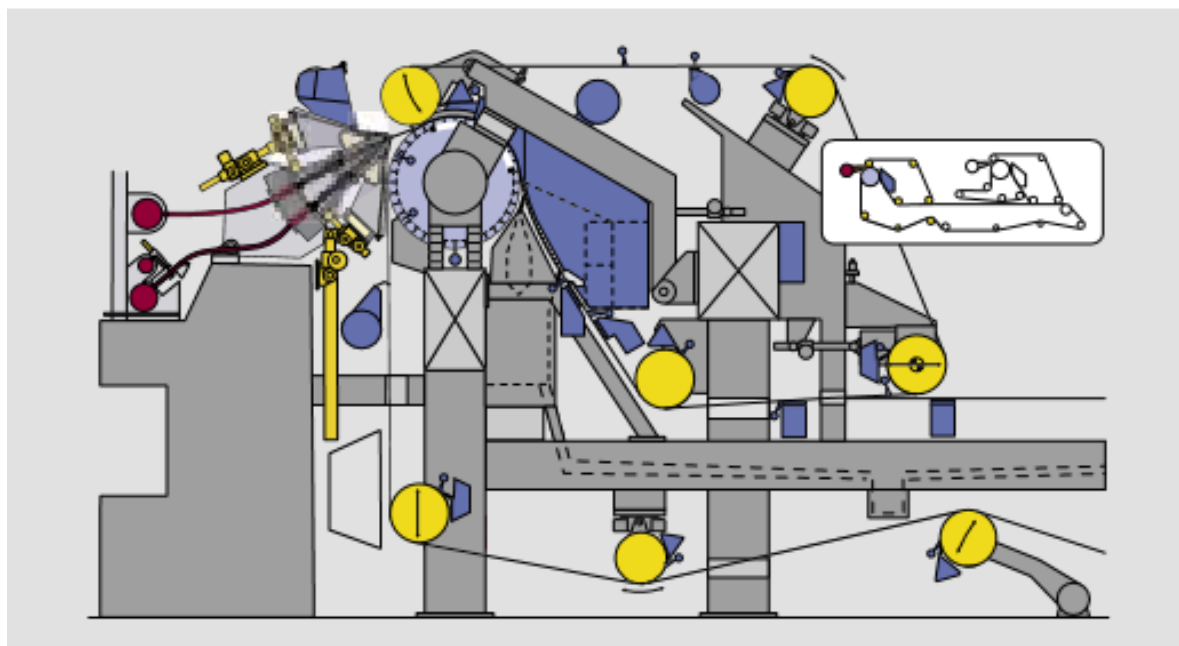


Рис. 1. Формуючий пристрій DuoFormer™ Base з прикладом встановлення додаткового формера DuoFormer™ Top

DuoFormer™ Base формує високі значення міцності полотна в поперечному напрямку, оскільки забезпечує низьке співвідношення міцності у машинному і поперечному напрямках. Рівномірне формування полотна

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

зберігається навіть за високої концентрації маси.

Крім того, конструкція DuoFormer™ Base дозволяє отримувати багат шарове полотно. Технологія багат шаровості дає можливість застосувати різну композицію для кожного шару, а також інтенсифікувати процес зневоднення (рис. 2) [2], збільшуючи при цьому швидкість формуючої частини машини максимально до 1600 м/хв. Для формування двошарового полотна низької або середньої маси 1 м² можна встановити напірний ящик MasterJet M2. У випадку отримання полотна більшої маси 1 м² DuoFormer™ Base можна поєднувати з додатковим двосітковим формуючим пристроєм DuoFormer™ Top, також компанії Voith (див. рис.1) [2]. Додаткового простору така формуюча частина не потребує, навпаки, вона дозволяє зменшити довжину нижньої сітки.

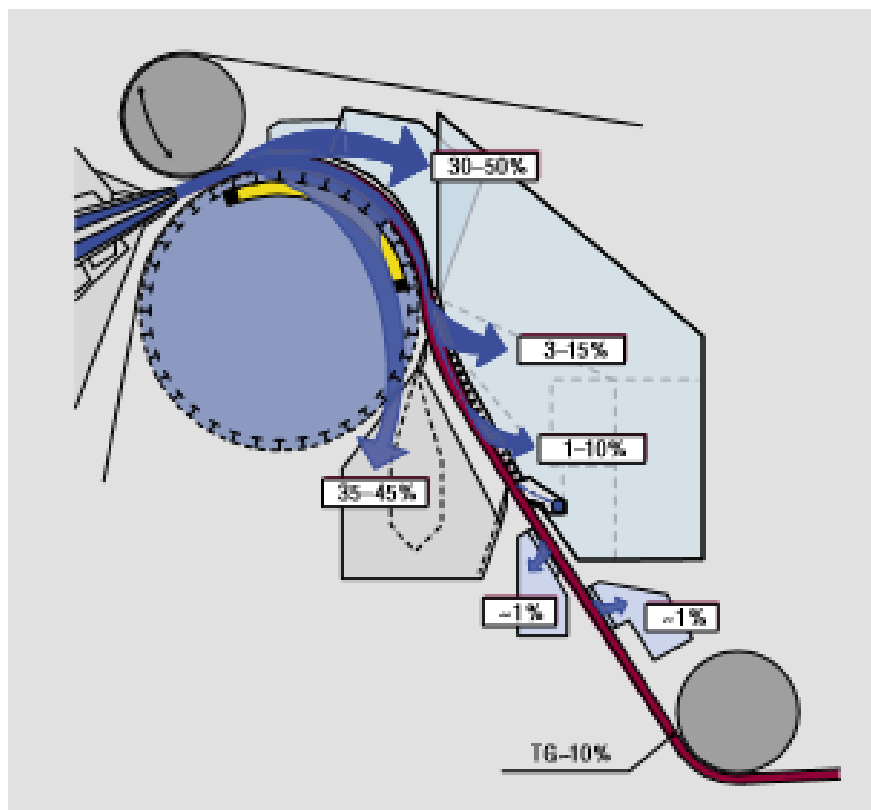


Рис. 2. Ступені зневоднення на формуючому пристрої DuoFormer™ Base

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

На рис. 3 [2] наведено залежність швидкості машини від маси 1 м^2 , г, та асортименту продукції, що виготовляється за допомогою формуючого пристрою DuoFormer™ Base та в комбінації його з DuoFormer™ Top. Чотирисіткова конструкція, що утворюється, чудово підходить для реконструкцій, оскільки її висота не така суттєва [2].

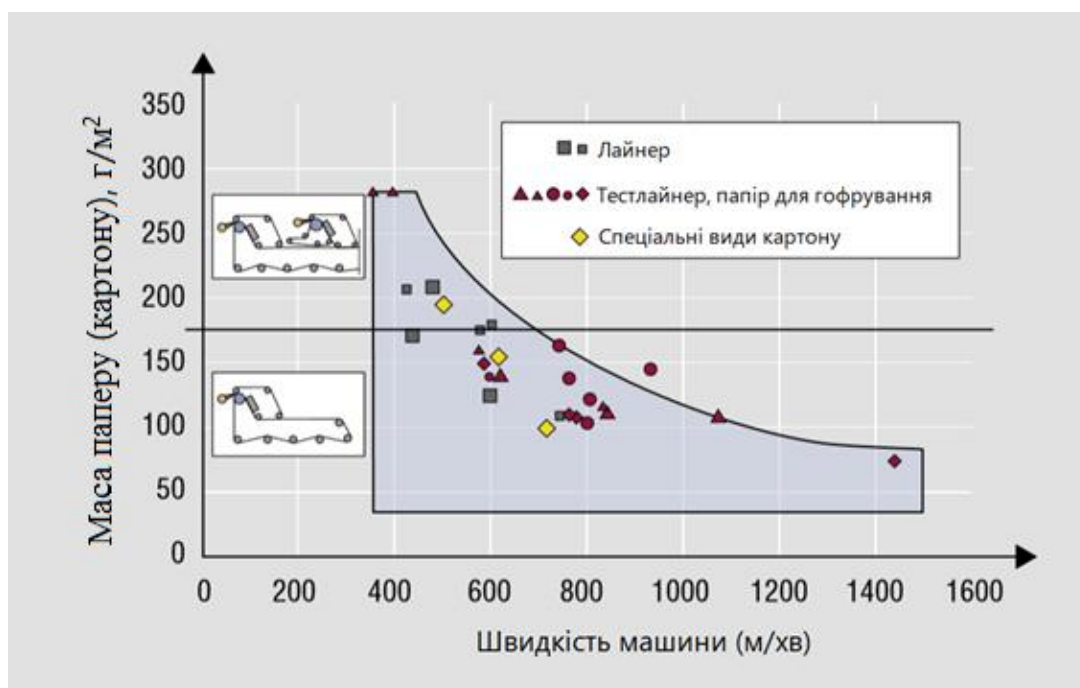


Рис. 3. Можливі швидкості DuoFormer™ Base та в поєднанні його з DuoFormer™ Top для різного асортименту продукції

Таким чином, технологія двосіткового багатошарового формування з використанням формуючих пристроїв DuoFormer™ Base та DuoFormer™ Top дає можливість інтенсифікувати процес зневоднення і значно збільшити швидкість формуючої частини машини. Для паперу масою до 80 г/м^2 за допомогою встановлення лише DuoFormer™ Base максимальна швидкість може сягати 1600 м/хв . .Водночас підвищується якість формування, знижується споживання енергії, економиться виробнича площа, спрощується обслуговування. Тому особливе значення використання такої технології

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

формування має у виробництві таропакувальних видів паперу та картону, що виробляються із вторинної сировини.

Перелік посилань:

1. Александров А.В., Алашкевич Ю.Д. Оборудование ЦБП. Часть II. Бумагоделательные машины / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб, 2018. 96с.

2. Voith Paper. DuoFormer™ Base Board and Packaging Papers. URL: http://www.voith.com/us-en/147_AenPB02-6050_DuoFormerBase.pdf (Дата звернення: 05.11.2020).

UDC 676.056

THE IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF WASTE PAPER SORTING

MSc student S. Tretyak, Ph.D., Assoc. Prof. I. Deykun

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The use of waste paper for the production of paper and cardboard is specified by a number of factors: resource conservation, as approximately 50-60 kg of waste paper saves one tree from cut down; environmental problems, which are very relevant in the presence of moisture-resistant, laminated with polyethylene, coated with bitumen and with other coatings of waste paper, which is difficult to disintegrate and it will decompose in the environment for decades without the application of industrial treatment methods. But the economic feasibility of using waste paper is the main issue. The cost of 1 ton of waste paper on the market depending on the grade ranges from \$180 to 230, while 1 ton of pulp costs \$750-850. Therefore, paper and cardboard made of secondary fiber have a lower cost [1].

The paper-forming properties of waste paper that determine the properties of paper or cardboard depend on the conditions and storage duration, the number of cycles of use, compliance with the grade specified by the supplier, etc.

Secondary semi-finished fibers undergo several cycles of processing, resulting in changes in their weighted average length, pore geometry and microcracks in the wall of the fibers, the reduction of the specific surface area. Fibers become stiffer and more fragile, their ability to fibrillate is reduced, as well as, consequently, the ability to form hydrogen bonds. These properties are deteriorated with each subsequent

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

processing cycle. Paper and cardboard made of secondary fiber have lower strength [2].

The problem of contamination in waste paper is also important, which is related to the life cycle of paper and cardboard.

Various technological substances of non-fibrous nature such as sizing agents, fillers, coating pastes, dyes are added in the fibrous mass at the production of paper and cardboard. In the process of use, cardboard and paper products are contaminated by the residues of products packed in these products and by additional packaging materials (scotch tape, expanded polystyrene).

Contamination in waste paper leads to a decrease in product quality, deterioration of its appearance. The presence of mineral inclusions is the cause of abrasive wear and failure of sieves, sorting and grinding equipment. Most of the contaminants remain in the pores of the felt, reducing their efficiency, stick to hot rolls and drums, which can lead to the break of the paper web and product defect [3].

These reasons indicate the need to remove contaminants as one of the main tasks of waste paper processing technology.

The sorting process is one of the most important stages of waste paper preparation for the production of quality paper and cardboard.

The aim of the sorting process is the removal of extraneous inclusions and non-fibrous pieces of waste paper from the waste paper mass.

For sorting of waste paper mass, sorters are used, that have sieves with round or slotted openings, the size of which is larger than the size of fibers, but smaller than the size of inclusions being removed.

The sorting of waste paper is carried out in 1-3 steps: at first, coarse pre-screen at medium concentration in pressure screens with round or slotted openings, and then fine screening at low mass concentration in sorters with slotted sieves [4].

Sorters of the MaxFlow AFT type are used for coarse and fine sorting [5]. It is based on a design with the upward mass flow, while the waste is removed from the

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

upper part of the equipment. This design allows to remove heavy impurities before they can damage the components of the sieve. The elements of the rotor create turbulence and thus increase its efficiency. Due to the fact that the rotor prevents the thickening of the mass, efficiency and reduces energy consumption are increased. The rotor of the sorter provides an optimal balance of turbulence and back pressure ripple to ensure energy efficient and reliable operation of the sorter.

The result is a cleaner waste paper with reduced energy consumption by 30%.

References:

1. Stawicki B. The Future of Paper Recycling in Europe: Opportunities and Limitations: COST Action E48 / B. Stawicki, B. Read. - Paper Industry Technical Association, 2010.
2. Kuleshov A.V., Osipov A.S. Vliianie tsiklichnosti ispol'zovaniia makulturnogo volokna na bumagoobrazuiushchie svoistva [Effect of Cyclical Use of Recycled Fiber on the Paper-Forming Properties]. Lesnoy zhurnal, 2008, no. 4, pp. 132-139.
3. Lapin V.V., Smoliakov A.I., Kudrina N.D. Zagriazneniia v bumazhnoi masse iz 100 % makulatury: vliianie na stepen' pomola i prochnost' bumagi i kartona [Pollution in paper stock from 100% of waste paper: influence on degree of a grinding and durability of paper and cardboard]. Tselliuloza. Bumaga. Karton, 2001, no. 7-8, pp. 32-34.
4. Iablochkin N.I., Komarov V.I., Koverninskii I.N. Makulatura v tekhnologii kartona [Waste Paper in the Cardboard Technology]. Arkhangel'sk, Izdatelstvo AGTU, 2004, 252 p.
5. <https://www.aft-global.com>

UDK 676.028

SOFT AND HARD NIP CALENDARING

Master student Koshlenko O., master student Kolesnykova O.,

senior lecturer, Ph.D. Ostapenko A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Calendering is the last step of the paper manufacturing process that affects paper and board properties. Calenders are also used as pre-calenders before coating or size application. The main purpose of calendering is to improve the surface properties of paper and to control the caliper profile. Compaction of the paper surface and its structure improves the surface properties, the most important of which are smoothness and gloss [1].

Calenders have been in use in the paper industry for decades. They improve the smoothness and gloss of a sheet and/or reduce the porosity of paper and board. While achieving these desired properties, the challenge has always been to minimize bulk loss so as not to adversely affect the stiffness or opacity of the product. The main control factors are temperature, nip pressure, and dwell time (the time that the paper sheet is in contact with the calender roll) [2].

In the PrimeCal Y belt calender, the surface of the sheet is moisturized prior to entering an adjustable pre-heating zone around the Peritherm roll. Since the dwell time in the pre-heating zone is more than 50 times longer than in a typical hard nip calender, the temperature of the heated roll needs to be only 20-30 °C above the glass transition temperature of the sheet. This approach makes it possible to properly soften the paper using high moisture and temperature, but in a thin surface layer of the sheet. Lower line forces are needed in the subsequent roll nip and less heat is required to achieve the desired quality at a much lower compression rate [3]. The result is bulk preservation.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Compared to conventional soft or hard nip calenders, lower roll temperatures and lower line loads in the PrimeCal Y achieve the same, or better, calendering effects. This contributes to the calender's significant energy savings [3].

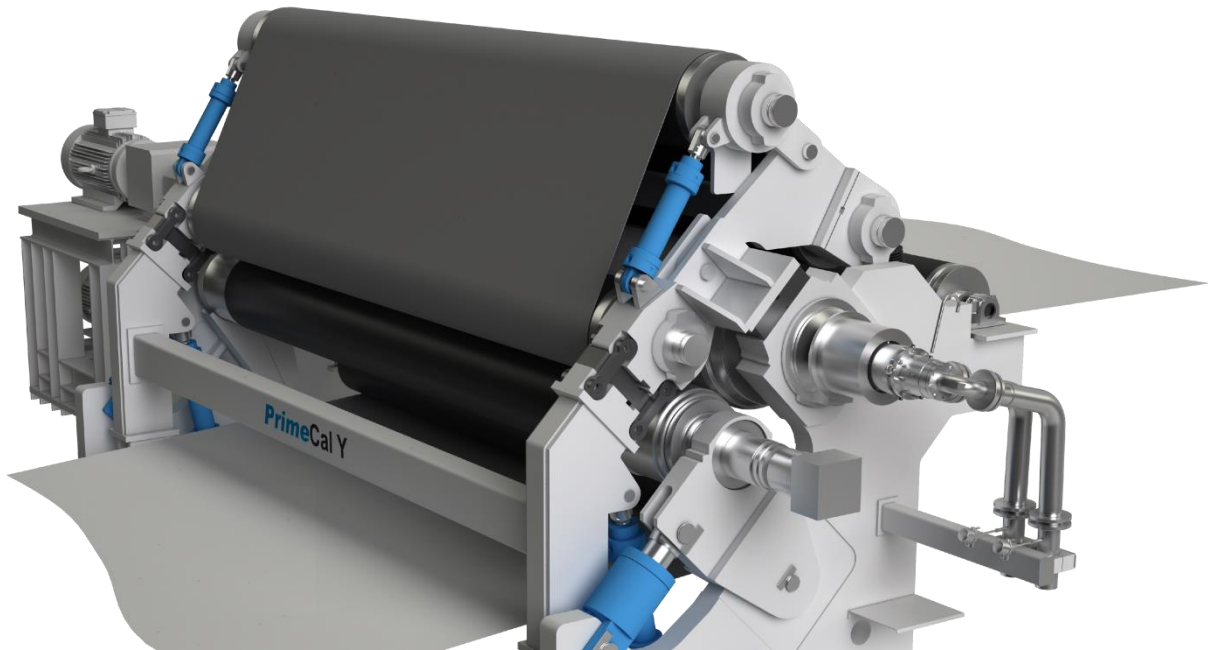


Figure. 1 - PrimeCal Y belt calender

Belt calendering technology can be applied to all paper grades and basis weights. Unlike a shoe calender, where the nip presses through the belt, the PrimeCal Y's nip is behind the belt, and completely independent from it.

Hard or soft cover deflection-controlled rolls can be used to form the nip with the heated roll. The PrimeRoll MHV ensures exact CD caliper control.

The major advantage of calenders [3]:

- bulk is preserved;
- surface properties are enhanced;
- better densification and improved calendering effects are achieved compared to conventional calenders.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Reference list

1 Dimmick Amy C. Effects of sheet moisture and calender pressure on PCC and GCC coated papers, Tappi Journal, Vol. 6 (2007), pp.16-22

2 Vernhes P, Dube M and Bloch J-F. Effect of calendering on paper surface properties, Applied Surface Science, Vol. 256 (2010), pp.6923-6927

3 <https://www.andritz.com/group-en>

UDC 676.088

APPLICATION OF DISC FILTERS FOR WASTE WATER RECOVERY AND PAPER THICKENING

Master student Miakinin E., senior lecturer, Ph.D. Ostapenko A.

The National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

The thickening of the waste paper is related to auxiliary operations and is used to ensure optimal conditions for processing waste paper at various stages of the waste paper processing process: before sorting, grinding, dispersing and bleaching - to reduce energy consumption for transportation and storage of the pulp, as well as for the disposal of waste and sludge. In addition, the thickening of the fibrous suspension is carried out to separate the circulating water and create water use circuits that may differ in temperature, pH value, concentration of chemical reagents and the content of impurities [1].

The purpose of thickening the waste paper is to remove excess water and obtain the waste paper at the optimum concentration required for the efficient implementation of the subsequent technological operation.

Thickening of the waste mass is carried out by filtration and mechanical pressing of the fibrous suspension, while the fibers are deposited on a filter sieve. Thickening of waste paper is carried out on equipment equipped with metal screens with round or slotted holes [2]. The sieve holes are larger than the particle size, so the filtrate usually contains some solids. To retain all the solids in the suspension, an auxiliary fibrous layer is created on the filter sieve of the dewatering apparatus.

For thickening, various equipment is used, depending on the required concentration of waste paper. The concentration of the condensed mass can be from 3 to 12% or more. To thicken the fibrous suspension from a concentration of 0.5-1 to 6.0-9.0%, thickeners or drum filters are used, which are installed before additional

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

grinding and accumulation of the mass. Waste pulp, which later goes to bleaching or storage, is thickened to a concentration of 12-17% on vacuum filters or screw (screw) presses.

The disc filter (Fig. 1) is a bath up to 12 m long, in which hollow discs with a diameter of 3.0–5.5 m rotate. The number of discs can be 34 pcs. The discs are mounted at an equal distance from each other on a hollow shaft. The disc is covered on both sides with a plastic filter mesh. The compact disc filter design has a larger filter surface compared to drum filters, or thickeners, of the same size. The filter discs are half immersed in the slurry and rotate at a speed of 0.5-2 rpm, which corresponds to a peripheral speed of 5-20 m / min. The rotation of the discs contributes to the continuous cleaning of their filtering surface from the thickened fibrous layer under the action of gravitational forces [3].

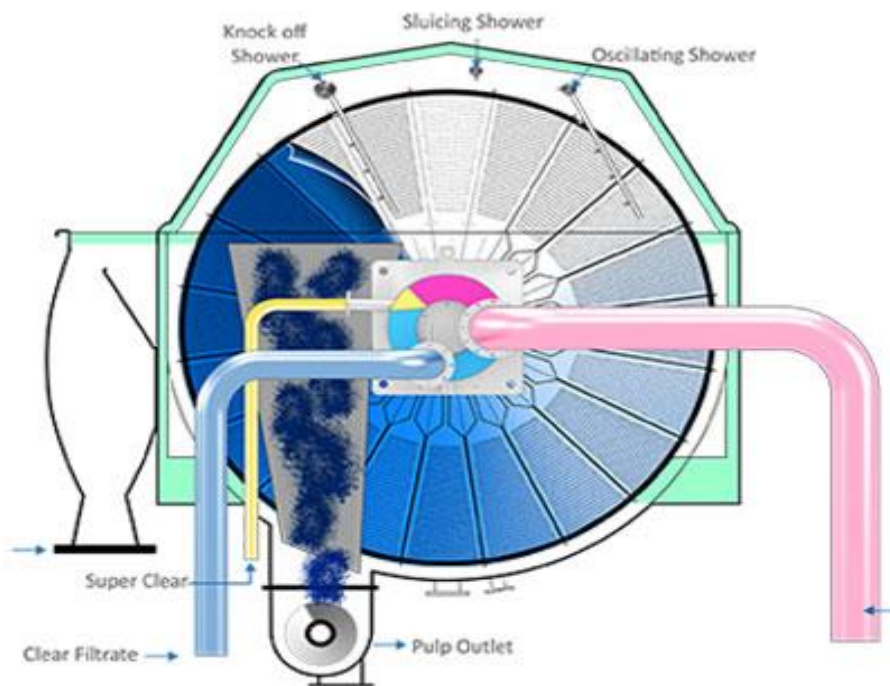


Figure 1 – Disc Filter

Compact design of provides maximum filtration surface area for a given floor space clean design – eliminates pockets and shelves where slime and stock could accumulate balanced water removal – water flows from individual discs through an

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

internal manifold design core to maximum hydraulic capacity The inlet box design – uniform distribution of stock throughout the vat non-turbulent flow – tapered or straight center shafts are to suit specific installation requirements

The main advantage of a disc filter is a developed filtering surface with a small footprint, ease of use and replacement of consumables. This gives an increase in efficiency of 30-50% compared to a drum filter with the same energy consumption.

The dewatering pressure in the hollow shafts of a disk filter operating under vacuum gradually increases from 0.025 to 0.05 MPa (at an absolute pressure of 0.05–0.07 MPa). When the discs are immersed in the suspension, a filter layer is formed, which remains firmly attached to the filter base during the entire thickening operation. The filtering fibrous layer is removed from the surface of the upper part of the discs using showers.

The Reference List

1. Флотація макулатурної маси: навч. посіб./ О. Мовчанюк, А. Остапенко; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 77 с.
2. Лук'янова В.В, Остапенко А.А. Екологічні аспекти переробки макулатури з використанням хімічних допоміжних речовин. Екологічна безпека і природокористування».- 2017.- № 1-2 (23).- с. 78-85
3. <https://parason.com/wp-content>

IMPROVEMENT THE TECHNOLOGICAL PRODUCTION PROCESSES OF PAPER FOR CORRUGATING

MSc student A. Husol, Ph.D., Assoc. Prof. I. Deykun

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The special properties of corrugated cardboard as a packaging material are high strength, low weight and elasticity. The main advantage of corrugated cardboard is its low cost, because paper and cardboard can be obtained from waste paper. Corrugated cardboard is used very widely not only as a packaging material, but also as a heat-insulating, building, sound-insulating and filtering material [1].

Paper for corrugating is intended for the manufacture of a corrugated layer in the production of corrugated paper. Aesthetics do not matter for this type of paper. Physical-mechanical parameters of corrugated paper must ensure stable quality in the case of static and dynamic loads (during storage, stacking etc.) and, most importantly, to ensure the preservation of the corrugation. Paper for corrugating is usually sized or unsized of machine finish. The composition of the paper may include cellulose, wood pulp and waste paper [2].

Corrugated paper is divided into:

- Fluting (Semicheical fluting, SF) – a material made of semi-cellulose. Coniferous wood is mainly used, which is subjected to not deep chemical treatment.
- Wellenstoff (WS) – paper consisting almost 100 % of secondary raw materials. Waste paper, which undergoes three-stage processing, is mainly used for production.
- Schrenz – the lowest grade paper with the lowest technical characteristics. It is made entirely of waste paper. It has a rough texture, low performance, lack of

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

aesthetics. It is used only for the working layer of corrugated cardboard. For this reason, it is not subject to high requirements [3].

Waste paper from packing and container cardboard, as well as household paper waste is the raw material for the recycled paper stock used for the production of paper for corrugating. Achieving maximum purity of recycled paper stock allows to avoid problems with deposits on the equipment and, accordingly, the exclusion of breaks in the paper web. Obtaining high-purity recycled paper stock is complicated due to the constant decline of the waste paper quality [4].

The purpose of the work is to improve the technological production processes of paper for corrugating at the Private Joint Stock Company "Kyiv Cardboard and Paper Mill".

To obtain quality paper, the technological flow of waste paper processing includes all the basic operations for the preparation of recycled paper stock: separation of fibers, rough cleaning, additional separation of fibers and sorting, fine cleaning and fine sorting.

In order to improve the quality of the formation of the paper web, the reconstruction provides for the replacement of cylinder vacuum forming devices with a fourdrinier forming part. The fourdrinier forming device provides optimal forming and uniform structure of a sheet. Homogeneity of a sheet is reached due to optimal distribution of fines and fillers that considerably improves the formation process and provides uniform dehydration of a paper web.

To press the paper web, it is proposed to install a four-rolls press TRI-NIP. It has a compact block of four press rolls which form three nips and is used for the press part with the shoe-press module at the position of the third nip. As a central roll of the 1st and the 2nd nips, a three-chamber suction roll is used, containing two chambers with a high-vacuum, providing the suction of water out of the felt in the point of the nip, and one chamber with a low-vacuum, ensuring the transfer of the paper from the 1st nip to the 2nd nip. A smooth press roll without a felt is placed in the position of

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

the central press roll of the 2nd nip and the 3rd nip. The smooth roll surface ensures the transfer of the paper from the 2nd nip to the 3rd nip. A combination of a shoe-press module and a stationary press roll is used in the position of the 3rd nip that allows to press with a higher linear load in the wider nip and to achieve a better dewatering of the paper [5].

This shortens the track of paper web through the press part. Dryness of a paper web after a press part is more than 50%.

References:

1. T. Pinnington. The Corrugated Industry. In Pursuit of Excellence. Michael Brunton, 2005, 387 p.
2. Iuzhaninova L.A., Dul'kin D.A, Spiridonov V.A, Komarov V.I. Osobennosti tekhnologii bumagi-osnovy dlia gofrirovaniia iz makulatury i trebovaniia k ee potrebitel'skim svoistvam [Technology features of the base paper fluting paper and requirements for its consumer properties]. Arkhangelsk, 2007, 103 p.
3. Smolin A.S., Komarov V.I., Duboviy V.K., Beloglazov V.I. Tehnologiya gofrokartona: uchebnoe posobie/ SPbGTURP. – SPb., 2014. Ch.I – 146 p.
4. Lapin V.V., Smoliakov A.I., Kudrina N.D. Problema prochnostnykh svoistv bumagi dlia gofrirovaniia i kartona dlia ploskikh sloev iz 70...100 % makulatury: rol' razmola [Problem of strength properties of paper for goffering and a cardboard for flat layers from 70...100% of waste paper: grind role]. Tselliuloza. Bumaga. Karton, 2002, no. 9-10, pp. 32–34.
4. <https://www.papcel.cz/>

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 676.166.6+620.3

USE OF NANOCELLULOSE FROM WHEAT STRAW AS A REINFORCING ADDITIVE IN PAPER PRODUCTION

post graduated student Boyko V.V., engineer Yashchenko O.V.

professor, Ph.D Barbash V.A.

National Technical University of Ukraine

" Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The organosolv wheat straw pulp (OSP) was prepared by the environmentally friendly organosolv method - cooking in a solution of peracetic acid at the first stage and the alkaline treatment at the second stage. To obtain the nanocellulose from the investigated organosolv pulp the process of its hydrolysis was carried out under the following conditions: 43% sulfuric acid, temperature 60 °C, hydrolysis time 60 min and ultrasonic treatment 60 min. Structural changes and crystallinity index of OSP and nanocellulose were studied by SEM and XRD methods. The nanocellulose had a density of up to 1.3 g/cm³, transparency up to 72%, a crystallinity index of 71.5%, and tensile strength up to 125 MPa. The AFM showed that the particles of nanocellulose have a diameter in the range from 16 to 20 nm. A TGA analysis confirmed that nanocellulose films have a denser structure and lower mass loss in the temperature range 320 – 440 °C compared to OSP. We established the positive effect of nanocellulose application on the physical and mechanical properties of paper.

Keywords: wheat straw, cellulose, nanocellulose, paper, physical and mechanical properties

Органосольвентна солом'яна целюлоза (ОСЦ) отримували екологічно чистим органосольвентним способом - варінням у розчині оцтової кислоти на першій стадії та лужною обробкою на другій стадії. Для отримання наноцелюлози з досліджуваної органосольвентної целюлози проводили процес

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

її гідролізу за таких умов: 43% сірчаної кислоти, температура 60 °С, тривалість гідролізу 60 хв та ультразвукової обробки 60 хв. Структурні зміни та індекс кристалічності ОСЦ та наноцелюлози вивчали методами SEM та XRD. Наноцелюлоза мала щільність до 1,3 г /см³, прозорість до 72%, індекс кристалічності 71,5% та міцність на розрив до 125 МПа. AFM показав, що діаметр частинок наноцелюлози знаходяться в діапазоні від 16 до 20 нм. Аналіз TGA підтвердив, що плівки наноцелюлози мають щільнішу структуру і менші втрати маси в діапазоні температур 320 - 440 °С порівняно з ОСЦ. Встановлено позитивний вплив використання наноцелюлози на фізико-механічні властивості паперу.

Ключові слова: пшенична солома, целюлоза, наноцелюлоза, папір, фізико-механічні показники

In recent years, many studies have been conducted on the replacement of synthetic materials with natural substances. A reduction in the reserves of fossil resources (oil, gas and coal) underlines the relevance of research on the technologies of processing renewable sources into biodegradable consumer goods. Such resources include renewable plant materials, the processed products of which are used in the chemical, pharmaceutical, paper, textile and electronic industries. The main component of all plants is cellulose, which is the most abundant renewable biopolymer on the Earth. Cellulose is used to produce the cutting-edge material—nanocellulose—which consists of nanosized particles and has unique properties. Nanocellulose has high elasticity and a specific surface, high transparency and chemical resistance, biodegradability and biocompatibility, a low production cost in comparison with synthetic polymers and has lightweight.

The main source of raw materials for the production of nanocellulose is wood pulp. To reduce the cost of wood and prevent the environmental crisis associated with the production of pulp by traditional methods of delignification, scientists are

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

searching for alternative sources of plant raw materials, including agricultural waste. Such sources include, first of all, wheat straw, which is a large tonnage of agricultural waste after the grain harvest [1].

In the pulp and paper industry there are traditional methods of pulp production, among them the most common are sulfate and sulfite methods of delignification, which are harmful to the environment. The industry needs to develop more environmentally friendly technologies for pulp production, one of which is the peracetic acid method of pulp production.

Stalks of wheat straw of a harvest of 2018 from the Kyiv region were used for pulp production. Prior to research, the raw material was ground to 2–5 mm and stored in a desiccator to maintain constant moisture content and chemical composition. Cooking of wheat straw pulp (OSP) was carried out in the two stages. At the first stage, treatment of wheat straw in the mixture of glacial acetic acid and 35 % hydrogen peroxide in a volume ratio of 70:30 % at the liquid to solid ratio 10:1, at temperature 95 ± 2 °C during 120 min was carried out. At the second stage, the alkaline treatment of obtained OSP by solution of NaOH concentration of 7 % during 120 min, at the liquid to solid ratio 12:1 at temperature 95 ± 2 °C was carried out. The OSP had the following indicators: yield - 48.9 %, lignin - 0.27 %, ash content - 3.05 % by weight of dry raw materials.

To obtain the nanocellulose from the investigated OSP the process of its hydrolysis was carried out under the following conditions: 43% sulfuric acid, temperature 60 °C, hydrolysis time 60 min and ultrasonic treatment 60 min. Structural changes and crystallinity index of OSP and nanocellulose were studied by SEM and XRD methods. The nanocellulose had a density of up to 1.3 g/cm³, transparency up to 72%, a crystallinity index of 71.5%, and tensile strength up to 125 MPa. The AFM showed that the particles of nanocellulose have a diameter in the range from 16 to 20 nm. A TGA analysis confirmed that nanocellulose films have a denser structure and lower mass loss in the temperature range 320 – 440 °C compared to OSP.

It was found that the density of nanocellulose samples increases with increasing duration of hydrolysis, in addition, ultrasonic treatment of nanocellulose suspensions leads to an increase in the density of nanocellulose films. This dependence is associated with a reduction in the size of cellulose fibrils and the formation of strong hydrogen short bonds. Standard laboratory handsheets samples of paper with additive of nanocellulose (NC) with consumption 5 % and 10% from mass pulp were prepared using a Rapid-Kothen machine according to TAPPI standard. The table shows the physical and mechanical properties of the paper depending on the consumption of nanocellulose [2]. As can be seen from the data in the table, the addition of nanocellulose improves the physical and mechanical properties of the paper.

This dependence is due to the fact that the tensile and tear properties directly depend on the interfiber bonds and the formation and structure of the paper. Smaller fibers or nanofibrillated fibers have increased the specific area and more points of contact, increasing the number of bonds. Increasing these bonds increases the apparent density as well as the resistance to stretching and tearing.

Table - Physical and mechanical properties of the paper depending on the consumption of nanocellulose

Paper quality indicators	without NC	with the addition of 5% NC	with the addition of 10% NC
Thickness, μm	158	148	134
Density, g/cm^3	0,40	0,46	0,48
Burst index, $\text{kPa m}^2/\text{g}$	1,7	2,7	3,4
Tensile index, N m/g	19,8	30,0	39,0
Tear index, mNm^2/g	4,5	7,0	10,2

Thus, it is shown that the use of nanocellulose as a reinforcing additive allows to increase the physical and mechanical properties of paper by 50 - 100%. The

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

potential for adding nanocellulose to products is to reduce the use of softwood pulp while maintaining the physical and mechanical properties of the finished product. The presence of NC in the paper increases the interaction between the cellulose fibers and promotes better regrouping, filling the gaps between the fibers during paper production, and providing a more uniform and compact structure.

1. Barbash V.A., Yashchenko O.V., Vasylieva O.A. Preparation and application of nanocellulose from *Miscanthus × giganteus* to improve the quality of paper for bags. *SN Applied Sciences*, 2020, 2:727. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2529-2>.

2. Viana L.C., Potulski D.C., Muniz G.I.B., Andrade A.S., Silva E.L. Nanofibrillated cellulose as an additive for recycled paper. *CERNE*, 2018, 24:2, p. 140-148.

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 676.024.61:676.034.6

ТЕХНОЛОГІЯ РОЗМЕЛЮВАННЯ БАВОВНЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ У

ВИРОБНИЦТВІ ГРАФІЧНИХ ВИДІВ ПАПЕРУ

магістрант Горяной С.В., к.т.н., доц. Мовчанюк О.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Бавовняна целюлоза входить до композиції багатьох видів паперу. Її застосовують, коли пред'являються підвищені вимоги до довговічності, у виробництві паперу для креслення, картографічного паперу, основи фотокопіювання, паперу для хроматографічного та електрофоретичного аналізу тощо [1].

Бавовняна целюлоза відрізняється хімічною і термічною стійкістю, довговічністю, стабільністю білості, однак процес її фібриляції, що необхідний для досягнення високих паперотворних властивостей, є значно ускладненим завдяки особливостям будови і хімічного складу бавовняних волокон [2].

Бавовняна целюлоза за своєю будовою і властивостями істотно відрізняється від целюлози з деревини. Волокна бавовни є найміцнішими і найчистішими серед природних волокон, оскільки складаються з альфа-целюлози більш ніж на 90%. Підвищена кристалічність та нативні властивості значно ускладнюють фібрилювання бавовняних волокон, оскільки їх фібрили закручені під кутом 45° до осі волокна [1]. Нативні бавовняні волокна мають різноманітні домішки, які необхідно видаляти. Хімічний склад природних необроблених волокон бавовни представлено в табл.1 [3].

Таблиця 1. Хімічний склад нативних бавовняних волокон

Складов а	Целюлоз а	Білк и	Пектин и	Мінерал и	Воск и	Органіч ні кислоти	Цукр и	Інш е
Вміст, %	94	1,3	0,9	1,2	0,6	0,8	0,3	0,9

Бавовняні волокна мають багатшарову фібрилярну структуру. Вони складаються з первинної і вторинної стінок та проміжного шару (рис. 1) [4]. Більшість нецелюлозних матеріалів присутні у зовнішніх шарах бавовняного волокна. Під мікроскопом бавовняне волокно має вигляд скрученої стрічки або згорнутої та скрученої трубки (рис. 2) [4]. Ці скрутки називаються звивинами: на сантиметр буває близько 60 звивин. Звивини дають бавовні нерівну поверхню волокна. Поперечний переріз бавовняного волокна часто описують як ниркоподібний.

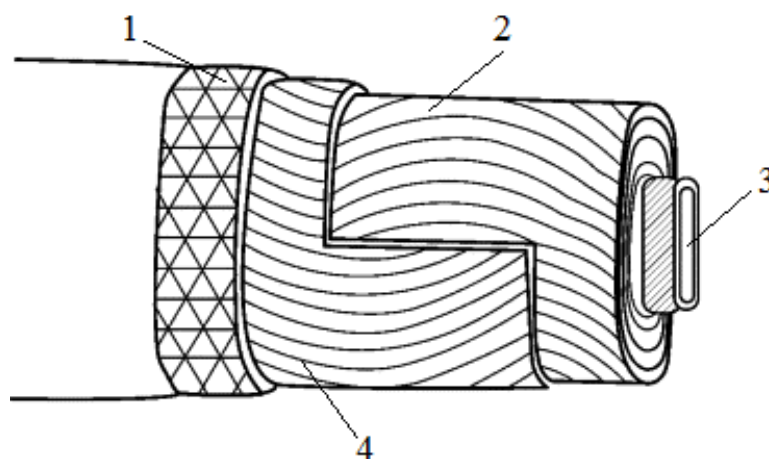


Рис. 2. Анатомічна будова бавовняного волокна: 1 – первинна стінка; 2 – вторинна стінка; 3 – люмен; 4 – проміжний шар

Завдяки неструктурованій орієнтації целюлози та нецелюлозних

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

матеріалів, поверхня первинної стінки є неорганізованою та відкритою. Це надає гнучкості, що потрібна під час росту клітин. Основними інгредієнтами, що відповідають за взаємозв'язки в первинній стінці, є целюлоза, геміцелюлози, пектини, білки та іони. Вторинна стінка, в якій присутня лише кристалічна целюлоза, є високовпорядкованою і має компакту структуру, з паралельно розташованими волокнами [5].

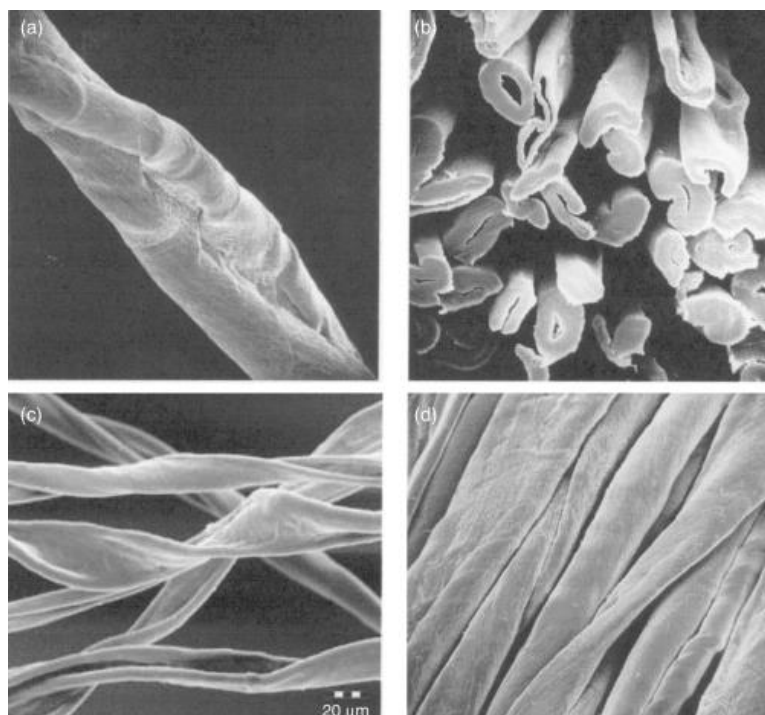


Рис. 2. Вигляд бавовняного волокна під мікроскопом: а – бавовняне волокно, схоже на скручену трубку; б – поперечний переріз бавовняного волокна; с – бавовняне волокно, схоже на згорнуту та скручену стрічку, d – пучок бавовняних волокон

У виробництві паперу для друку автори [1, 2] рекомендують розмелювання бавовняної целюлози здійснювати неперервним способом, у дві стадії. Перша стадія – підготовча, що характеризується суттєвим укороченням волокна, друга – стадія основного розмелювання, що спрямована на переважну

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

його фібриляцію.

Раніше підготовка бавовняної целюлози виконувалася в розмелювальних машинах періодичного дії (наприклад, в ролах). Компанія «Clextral» (Франція) пропонує технологію BIVIS, що може використовуватися для укорочування волокон бавовни перед основним розмелюванням. Компанія повідомляє про продаж двогвинтових апаратів BIVIS для підприємств, що випускають високосортні та спеціальні види паперу, у тому число банкнотні, з льону, коноплі, бавовни та інших довговолокнутих матеріалів [6].



Рис. 3. Робочі органи двогвинтового апарату BIVIS

Використання технології BIVIS на стадії попереднього розмелювання дозволяє уникнути встановлення громіздкого періодичного обладнання, забезпечує безперервність та автоматизацію процесу, високі показники якості маси і готового паперу, а також на 10 – 15 % знижує питому витрату електроенергії [7].

Перелік посилань:

1. Новиков А.О., Темрук В.И., Соловьева Т.В., Горжанов В.В., Дубовик А.А. Исследование размалывающей способности и бумагообразующих свойств хлопковой целлюлозы / Труды БГТУ. Химия и технология переработки древесины,

ХІХ міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ”Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання”

2012. № 4. С. 157 – 160.

2. Особенности размола хлопковой целлюлозы / А. А. Пенкин [и др.] // Технология органических веществ : тезисы докладов 78-й научно-технической конференции, 3-13 февраля 2014 г. Минск : БГТУ, 2014. - С. 7.

3. P. Hauser, Textiles and Fashion. Materials, Design and Technology, 2015. 894 p.

4. M. Dochia, ... Z. Roskwitalski, in Handbook of Natural Fibres: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation, 2012.

5. Ryszard M. Kozłowski. VI: Handbook of Natural Fibres: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation, 2012, 656 p.

6. Pulp processing lines. URL: <https://www.clextral.com/technologies-and-lines/pulp-processing-lines-2/> (Дата звернення: 05.11.2020).

7. *Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона.* — СПб.: Политехника, 2005. 423 с.

UDC 628.166

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

UDC 628.166

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІТОЗАНУ НА
ПРОЦЕС ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ**

Магістрант Д. Р. Шудра, д.т.н., доц. О. П. Хохотва

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Анотація. Зростаючі вимоги до якості питної води потребують пошуку більш екологічно доцільних і ефективних методів її знезараження. Мета даної роботи полягає в дослідженні знезаражуючої дії хітозану, одержуваного з природного полімеру хітину, по відношенню до *E. coli* і *C. albicans*. Встановлено, що ступінь інактивації культури *E. coli* не залежить від типу досліджених у роботі хітозанів: високомолекулярного (молекулярна маса 100–300 кДа) і низькомолекулярного (50-60 кДа) зі ступенем деацетилювання відповідно 95 і 75-85%. У випадку *C. albicans* високомолекулярний хітозан зі ступенем деацетилювання 95% є більш ефективним знезаражуючим агентом.

**STUDY OF THE EFFECT OF CHITOSAN PROPERTIES ON THE
PROCESS OF WATER DISINFECTION WITH CHITOSAN**

MSc student D. Shudra; DSc, Associate Professor O. Khokhotva

Abstract. Growing demands to the quality of drinking water require the search for more environmentally friendly and effective methods of disinfection. The aim of this work was to study the disinfecting effect of chitosan derived from the natural polymer chitin, against *E. coli* and *C. albicans*. It was determined that the degree of inactivation of *E. coli* culture did not depend on the type of chitosans used for the research: high molecular weight (molecular weight 100-300 kDa) and low molecular weight (50-60 kDa) with a deacetylation degree 95 and 75-85%, respectively. In the

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

case of C. albicans, high molecular weight chitosan with deacetylation degree 95% was more effective disinfectant.

The deterioration of water quality in drinking water supply sources, as well as increasing requirements to the quality of drinking water and an increase in the sustainability of the water treatment process, lead to the need in research in the field of new, more environmentally sound and effective methods of water disinfection. These studies include scientific work on the use of chitosan and materials based on it [1, 2].

Chitosan is a linear high molecular weight cationic polymer obtained from the natural polymer chitin by deacetylation in an alkaline medium.

The biodegradability and high disinfecting ability of chitosan against gram-positive and gram-negative bacteria, with the simultaneous absence of toxicity to cells of mammals, promote its use as an antibacterial agent or in a mixture with other natural polymers [3, 4].

One of the most probable mechanisms of the antibacterial action of chitosan is the electrostatic interaction of the protonated amino groups of its molecules with the negatively charged membrane of the microbiological cell, mainly due to competition with Ca^{2+} ions for electronegative sites on the cell membrane surface. This has a double effect. First, the permeability of the membrane wall changes that causes an internal osmotic imbalance and, therefore, inhibits the growth of microorganisms. Secondly, intracellular electrolyte is leaking because of the hydrolysis of peptidoglycans in the wall of microorganisms [5].

The second possible mechanism of the antimicrobial action of chitosan is its interaction with the DNA of the microorganism, leading to inhibition of the synthesis of RNA and proteins through the penetration of chitosan into the nucleus of microorganisms [5]. This suggests the possibility of chitosan penetration through the

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

bacterial cell membrane, which consists of many peptidoglycan layers, and reaching the plasma of membrane. This mechanism is considered as the one with low probability of its implementation.

The third mechanism of the antimicrobial action of chitosan is the chelating with metals, which are important nutrients for the growth of microorganisms [5]. Chitosan molecules can bind metals through chelating bonds, which blocks the entry of important nutrients into the cell, contributing to its death. However, this mechanism is also not critical in the antimicrobial activity of chitosan.

The disinfecting effect of chitosan depends on the degree of its deacetylation, molecular weight, since these characteristics significantly affect the physical-chemical properties of a particular chitosan sample, as well as on the type of microorganisms.

The aim of the work was to study the disinfecting effect of high and low molecular weight chitosan with varying degrees of deacetylation on the gram-negative bacterium *Escherichia coli* (*E. coli*) and the yeast-like fungus *Candida albicans* (*C. albicans*).

The disinfection efficiency of distilled water from gram-negative bacteria *E. coli* with chitosan of two types (concentration 0.1 mg/dm³) practically did not depend on the molecular weight of the polymer and the degree of its deacetylation. Already after 1 hour of contact of *E. coli* with chitosan, the degree of inactivation of the culture was two orders of magnitude at an initial culture concentration of 5·10⁵ colony forming units (CFU)/cm³. It was found that chitosan had a pronounced bactericidal effect, since there was no culture growth observed over time.

In case of disinfection of the yeast-like fungus *C. albicans* under similar conditions, it was determined that the inactivation degree of the micromycete by chitosan depended on the molecular weight and the degree of deacetylation of the latter. Chitosan with a low molecular weight and a degree of deacetylation of 75-85% inactivated only slightly more than one order of culture after 1 hour of contact, while

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

high-molecular chitosan with a degree of deacetylation of 90% inactivated a period of more than two and a half order of culture from $2.4 \cdot 10^6$ CFU/cm³ for the same time.

References

1. Qin C., Li H., Xiao Q., Liu Yi., Zhu J., Du Yu. Water solubility of chitosan and its antimicrobial activity // *Carbohydrate Polimers.* – 2006. – N 63. – P. 367-373.
2. Li, Q., Mahendra, S., Lyon, D. Y., Brunet, L., Liga, M. V., Li, D., & Alvarez, P. J. J. (2008). *Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control:*
3. Kong, M., Chen, X. G., Xing, K., & Park, H. J. (2010). *Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. International Journal of Food Microbiology, 144(1), 51–63.*
4. Kong, M., Chen, X. G., Liu, C. S., Liu, C. G., Meng, X. H., & Yu, L. J. (2008). *Antibacterial mechanism of chitosan microspheres in a solid dispersing system against E. coli. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 65(2), 197–202.*
5. Goy, R. C., Britto, D. de, & Assis, O. B. G. (2009). *A review of the antimicrobial activity of chitosan. Polimeros, 19(3), 241–247.*

ХІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

СЕКЦІЯ 4

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 531/534

**MATRIX OF TRANSITION OF SOLID COORDINATES IN SPACE IN THE
TRANSITION FROM NON-INERTIAL TO INERTIAL REFERENCE
SYSTEM**

student Solomianiuk D.O., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract. The paper shows the construction of a coordinate transformation matrix during the transition from a moving to a fixed coordinate system. This matrix contains guide cosines, which receive a lot of attention. These elements are often used in engineering calculations to determine the position of a solid in space.

Key words: moving coordinate system, fixed coordinate system, free solid, directing cosines.

**МАТРИЦЯ ПЕРЕХОДУ КООРДИНАТ ТВЕРДОГО ТІЛА У ПРОСТОРИ
ПРИ ПЕРЕХОДІ ВІД НЕІНЕРЦІАЛЬНОЇ ДО ІНЕРЦІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ
ВІДЛІКУ**

студент Солом'янюк Д.О., к.т.н., доцент Штефан Н.І

Анотація. В роботі показано побудову матриці перетворення координат при переході від рухомої до нерухомої системи координат. Ця матриця містить в собі напрямні косинуси, отриманню яких присвячена велика увага. Ці елементи часто застосовуються в інженерних розрахунках для визначення положення твердого тіла в просторі.

Ключові слова: рухома система координат, нерухома система координат, вільне тверде тіло, напрямні косинуси.

The position of a free solid in space can be set using six independent values (parameters). Independent parameters that determine the position of a solid in space are called degrees of freedom. As is known, the position of a rigid body (Fig. 1) is determined by three points that do not lie on one line (for example, points O , O_1 , O_2) and are invariably connected with the body. There are three restrictions on the nine coordinates of these points, which express the invariability of the distances between them. It follows that there will be six independent parameters.

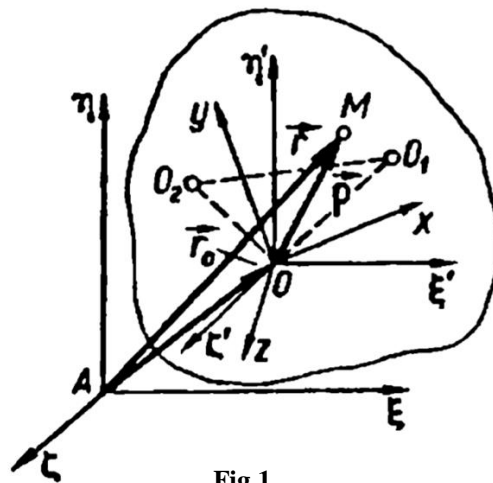


Fig.1

If when determining the position of a rigid body set the position of one of its points, such as point O , which is called the pole and is determined by three coordinates ξ_0 , η_0 , ζ_0 , then to fully characterize the motion of the body should choose three more parameters that characterize the rotation of the body around this point). These parameters are denoted by Ψ , θ , φ (for these coordinates we can take the Euler or Euler - Krylov angles).

The law of motion of a free solid is a set of six scalar functions of time, which unambiguously determine its position at any time:

$$\xi_0 = \xi_0(t), \quad \eta_0 = \eta_0(t), \quad \zeta_0 = \zeta_0(t), \tag{1}$$

$$\Psi_0 = \Psi_0(t), \quad \theta_0 = \theta_0(t), \quad \varphi_0 = \varphi_0(t).$$

The motion of the pole and with it the translational motion of a rigid body determine the first three equations. The motion of a body with respect to the coordinate system $O \xi' \eta' \zeta'$ (ie the motion of a body with respect to a point O as a stationary one) is determined by the following three equations.

The position of a rigid body is given by the following coordinate systems: $A\xi\eta\zeta$ - stationary; $O\xi'\eta'\zeta'$ is one that moves translationally with a body whose axes are parallel to the axes of a fixed coordinate system, and $Oxyz$ is a coordinate system that is invariably connected to the body. The radius vector \vec{r} of the point M in the fixed coordinate system is related to the radius vector ρ -, which characterizes the position of the point M in the body (in the moving coordinate system $Oxyz$), the ratio (see Fig. 1)

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{\rho}, \quad (2)$$

where \vec{r}_0 - radius-vector of pole O .

Construction of a matrix of transformation of coordinates.

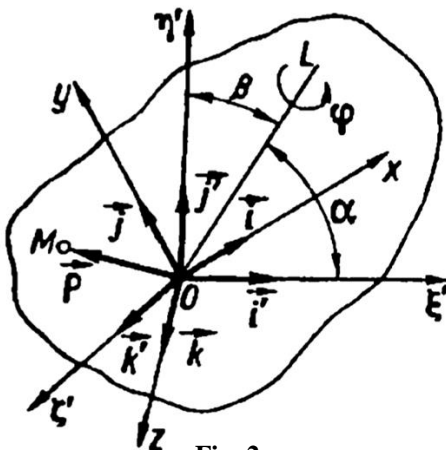


Fig. 2

Consider a solid body (Fig. 2) with a fixed point O . You need to specify the position of the body or, $Oxyz$ axes, relative to the coordinate system $O\xi'\eta'\zeta'$.

The position of any lines in space (including axes) can be set using the cosines of the angles between these lines and the axes of the coordinate system. In this case, to specify the position of one line, such as the axis Ox , you need to know its three

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

guide cosines with the axes $O\xi'$, $O\eta'$, $O\zeta'$, which are equal to the corresponding products of the orts \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} axes $Oxyz$ and \vec{i}' , \vec{j}' , \vec{k}' axes $O\xi'\eta'\zeta'$ (see Fig. 2)

$$\begin{aligned}\cos(\widehat{Ox, O\xi'}) &= \vec{i} \cdot \vec{i}', \\ \cos(\widehat{Ox, O\eta'}) &= \vec{i} \cdot \vec{j}', \\ \cos(\widehat{Ox, O\zeta'}) &= \vec{i} \cdot \vec{k}'.\end{aligned}\tag{3}$$

Similarly, the position of the axes Oy and Oz is set. The guide cosines are denoted by the letter a_{ij} ($i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3$) and are given in the form of table. 1, where marked

$$\begin{aligned}a_{11} &= \cos(\widehat{O\xi', Ox}) = \vec{i}' \cdot \vec{i}, \\ a_{12} &= \cos(\widehat{O\xi', Oy}) = \vec{i}' \cdot \vec{j}, \dots, \\ a_{32} &= \cos(\widehat{O\zeta', Oy}) = \vec{k}' \cdot \vec{j}, \\ a_{33} &= \cos(\widehat{O\zeta', Oz}) = \vec{k}' \cdot \vec{k}.\end{aligned}\tag{4}$$

Table 1.

Axis	Ox	Oy	Oz
$O\xi'$	a_{11}	a_{12}	a_{13}
$O\eta'$	a_{21}	a_{22}	a_{23}
$O\zeta'$	a_{31}	a_{32}	a_{33}

Consider the guide cosines a_{ij} as the projections of the orts on the corresponding axes. For example, a_{11} is equal to the projection of the orth \vec{i} on the axis $O\xi'$, ie $i_{\xi'} = a_{11}$, etc.

A solid body with one fixed point has three degrees of freedom, and in table. There are nine directing cosines, so only three of them can be independent. The six relations that connect the guide cosines can be found using the properties of the guide cosines.

From formulas for orts:

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

$$\begin{aligned} \vec{i}^2 &= 1, \vec{j}^2 = 1, \vec{k}^2 = 1 \\ \vec{i} \cdot \vec{j} &= 0, \vec{i} \cdot \vec{k} = 0, \vec{j} \cdot \vec{k} = 0, \end{aligned}$$

which, taking into account the fact that their projections on the axis $O\xi'$, $O\eta'$, $O\zeta'$ are directing cosines, we obtain the required relations:

$$\begin{aligned} \vec{i}^2 &= \vec{i} \cdot \vec{i} = i_{\xi'} \cdot i_{\xi'} + i_{\eta'} \cdot i_{\eta'} + i_{\zeta'} \cdot i_{\zeta'} + a_{11}^2 + a_{21}^2 + a_{31}^2 = 1, \\ \vec{j}^2 &= \vec{j} \cdot \vec{j} = a_{12}^2 + a_{22}^2 + a_{32}^2 = 1, \\ \vec{k}^2 &= \vec{k} \cdot \vec{k} = a_{13}^2 + a_{23}^2 + a_{33}^2 = 1, \\ \vec{i} \cdot \vec{j} &= i_{\xi'} \cdot j_{\xi'} + i_{\eta'} \cdot j_{\eta'} + i_{\zeta'} \cdot j_{\zeta'} = a_{11}a_{12} + a_{21}a_{22} + a_{31}a_{32} = 0 \\ \vec{i} \cdot \vec{k} &= a_{11}a_{13} + a_{21}a_{23} + a_{31}a_{33} = 0, \\ \vec{j} \cdot \vec{k} &= a_{12}a_{13} + a_{22}a_{23} + a_{32}a_{33} = 0, \end{aligned} \tag{5}$$

Similar ratios can also be written for the rows of table. 1.

The table of guide cosines (table 1) is called the *coordinate transformation matrix* and is written in the form:

$$\begin{bmatrix} \xi' \\ \eta' \\ \zeta' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}, \tag{6}$$

or abbreviated:

$$[\xi', \eta', \zeta']^T = \|a_{ij}\| [x, y, z]^T = \bar{B} [x, y, z]^T, i, j = 1, 2, 3, \tag{7}$$

where $[\xi', \eta', \zeta']^T$, $[x, y, z]^T$ - matrix-columns with corresponding elements;

$\|a_{ij}\| = \bar{B}$ - square matrix.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 531/534

**STUDY OF THE MOTION OF A MATERIAL POINT
ON THE INNER SURFACE OF THE CYLINDER**

student Pugach Y.R., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. The motion of a material point on the inner surface of a cylinder is investigated in the work. The Lagrange equation of the first kind is applied. The initial conditions for the motion of a point, as well as the equation of the elm are drawn up. The result is a system of differential equations, from the solution of which we obtain not only the equation of motion of a point, but also the projection of the elm reaction.

Keywords: Lagrange equation of the first row, initial conditions, equations of elms, equation of motion.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ
ПО ВНУТРІШНІЙ ПОВЕРХНІ ЦИЛІНДРА**

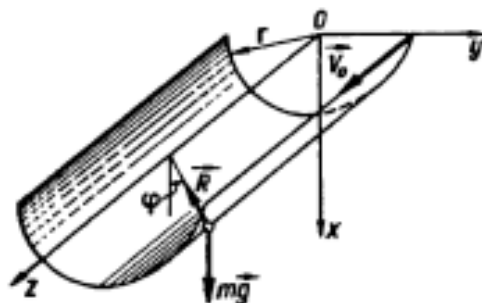
студент Пугач Я.Р., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Анотація. В роботі досліджено рух матеріальної точки по внутрішній поверхні циліндра. Застосовано рівняння Лагранжа першого роду. При цьому складено початкові умови руху точки, а також рівняння в'язі. В результаті отримано систему диференціальних рівнянь, з розв'язання якої отримуємо не тільки рівняння руху точки, а й проекції реакції в'язі.

Ключові слова: рівняння Лагранжа першого ряду, початкові умови, рівняння в'язей, рівняння руху.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Let's explore the movement of the material point of mass m on the inner surface of the cylinder with a radius of r , the axis of the cylinder is consider horizontal.



To do this, we will sum the beginning of the coordinates (point O) with any point of the cylinder axis, we will guide the axis Och vertically, the axis of the Au horizontally, and the axis of the Oz – on the axis of the cylinder . Let's accept that at the initial moment (at $t = 0$) the position of the point is determined by the coordinates:

$$x = (0), y = (0), z = (0),$$

and projections of this speed

$$\dot{x} = (0), \dot{y} = (0), \dot{z} = v_0.$$

That is, the initial speed is directed parallel to the Oz axis. On the material point are the weight strength of mg and the reaction of the v'yaz R , which is guided along the radius. The eal equation (cylindrical surface) looks like:

$$f(x, y, z) = x^2 + y^2 - r^2 = 0.$$

Than:

$$\frac{df}{dx} = 2x, \quad \frac{df}{dy} = 2y, \quad \frac{df}{dz} = 0.$$

Force projections are determined by expressions:

$$F_x = mg, \quad F_y = F_z = 0.$$

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

$$R_x = \lambda \frac{df}{dx}, \quad R_y = \lambda \frac{df}{dy}, \quad R_z = \lambda \frac{df}{dz}.$$

Having put these expressions in the Lagrange equation of the first kind, we will get:

$$m\ddot{x} = mg + 2\lambda x, \quad m\ddot{y} = 2\lambda y, \quad m\ddot{z} = 0. \quad (1)$$

From the third equation (1) after integration under the specified initial conditions, we will receive

$$z = v_0 t,$$

that is, the distance from the plane of Oxy increases in proportion to time. By multiplying the first equation (1) by the u, and the second – by x and subtring the second from the first equation, we will find

$$m(\ddot{x}y - \ddot{y}x) = mgy. \quad (2)$$

By multiplying the first equation (1) by x and adding it to the second one multiplied by

$$m(\ddot{x}x - \ddot{y}y) = mgx + 2\lambda(x^2 + y^2). \quad (3)$$

Let's move on now to the cylindrical coordinates according to formulas

$$x = r \cos \varphi, y = r \sin \varphi, z = z.$$

Becase

$$\dot{x} = -r\dot{\varphi} \cos \varphi, \quad \dot{y} = r\dot{\varphi} \sin \varphi;$$

$$\ddot{x} = r\ddot{\varphi} \sin \varphi - r\dot{\varphi}^2 \cos \varphi, \quad \ddot{y} = r\ddot{\varphi} \cos \varphi - r\dot{\varphi}^2 \sin \varphi,$$

equations (2) and (3) will look like

$$mr^2 \ddot{\varphi} = -mgr \sin \varphi$$

or

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{r} \sin \varphi = 0 \quad (4)$$

and

$$mr^2 \dot{\varphi}^2 = mgr \cos \varphi + 2\lambda r^2. \quad (5)$$

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Rewrite the equation in a (4) form

$$\dot{\varphi}d\varphi = -\frac{g}{r}\sin\varphi d\varphi.$$

Before integration we will take

$$\frac{\dot{\varphi}^2}{2} = \frac{g}{r}\cos\varphi + C.$$

Because $t=0$ $\varphi = \frac{\pi}{2}$; $\dot{\varphi} = 0$, то $C = 0$ i , Than

$$\dot{\varphi}^2 = \frac{2g}{r}\cos\varphi. \quad (6)$$

This equation shows that under the original conditions, the movement of the point will take place in the area where the $\cos\varphi \geq 0$, because $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$.

Having put the expression (6) in the equation (5), we will have

$$\lambda = \frac{3mg}{2r}\cos\varphi.$$

In result we will take:

$$R_x = \lambda \frac{df}{dx} = -3mg \cos^2\varphi,$$

$$R_y = \lambda \frac{df}{dy} = -3mg \sin\varphi \cos\varphi,$$

$$R_z = \lambda \frac{df}{dz} = 0.$$

Modul of reaction

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = 3mg \cos\varphi.$$

The reaction is zero when $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$. The maximum reaction value will be when $\varphi = 0$ and equal to $R = 3mg$.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 531/534

**THE BUILDING OF THE MATRIX OF DIRECTIONAL COSINES
BETWEEN AXLES IN THE CASE OF GYROSCOPE BEING IN THE
GIMBAL SUSPENSION**

student Tryhubets B. O., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. In the work is shown the building of the table of directional cosines between the axles of the object and axles connected with gyroscope rotor on the example of gyroscope being in the gimbal suspension. Both Euler-Krylov`s angles and the table of directional cosines obtained by the matrix method will be using here.

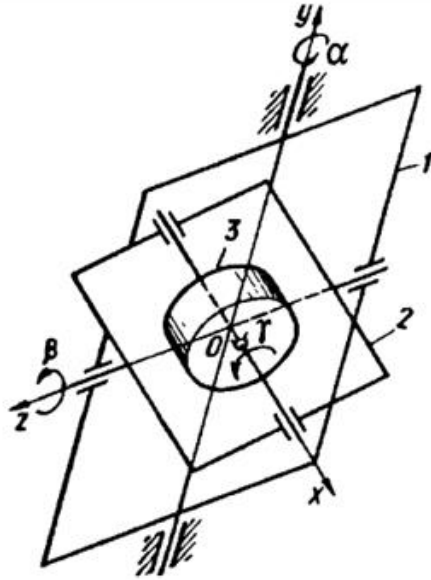
Key words: the matrix of directional cosines, gyroscope, gyroscope rotor, Euler-Krylov`s angles.

**ПОБУДОВА МАТРИЦІ НАПРЯМНИХ КОСИНУСІВ МІЖ ОСЯМИ У
ВИПАДКУ ГІРОСКОПА В КАРДАНОВОМУ ПІДВІСІ**

студент Тригубець Б.О., к.т.н., доцент Штефан Н.І

Анотація. В роботі показано побудову таблиці напрямних косинусів між осями об'єкта та осями, зв'язаними з ротором гіроскопа, на прикладі гіроскопа в кардановому підвісі. Тут будуть застосовуватись як кути Ейлера-Крилова, так і відповідно до них отримана матричним методом таблиця напрямних косинусів.

Ключові слова: матриця напрямних косинусів, гіроскоп, ротор гіроскопа, кути Ейлера- Крилова.



and

Figure 1

Let us analyze the construction of a matrix of directional cosines between axes on the example of the shown in Figure 1 gyroscope in a gimbal suspension installed on a moving object connected with the coordinate system $Oxyz$. Let us find a table of directional cosines between the axes of the object the axes connected with gyroscope rotor.

As can be seen in Figure 1, this gyroscope has three degrees of freedom.

The outer frame 1 can turn at an angle α relatively its axes of rotation, the inner frame 2 — at the angle β and the rotor 3 — at an angle γ .

Let us connect the coordinate system with the outer frame $Ox_1y_1z_1$, with the inner frame $Ox_2y_2z_2$ and with the rotor $Ox_3y_3z_3$. The mutual position of figures and relative coordinate systems is shown in Figure 2.

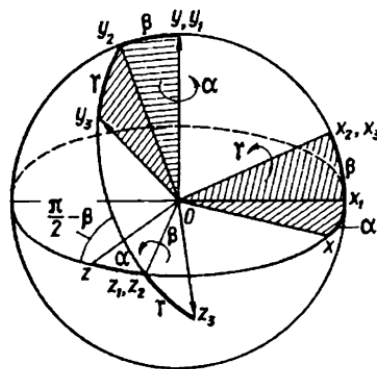


Figure 2

It is easy to notice that the gimbal suspension simulates Euler-Krylov's angles. Let us calculate the table of directional cosines by a matrix method.

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

According to the rotations of the transformation matrix indicated in Figure 2, they will have the following form:

$$\begin{aligned} [x, y, z]^T &= \bar{B}_1[x_1, y_1, z_1]^T \\ [x_1, y_1, z_1]^T &= \bar{B}_2[x_2, y_2, z_2]^T \\ [x_2, y_2, z_2]^T &= \bar{B}_3[x_3, y_3, z_3]^T \\ [x, y, z]^T &= \bar{B}[x_3, y_3, z_3]^T. \end{aligned}$$

Here:

$$\bar{B}_1 = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{bmatrix},$$

$$\bar{B}_2 = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\bar{B}_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \end{bmatrix}.$$

The resulting rotation matrix \bar{B} we will found as a product:

$$\bar{B} = \bar{B}_1 \bar{B}_2 \bar{B}_3 = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \beta & \sin \alpha \sin \gamma - \cos \alpha \cos \gamma \sin \beta & \sin \alpha \cos \gamma + \cos \alpha \sin \gamma \sin \beta \\ \sin \beta & \cos \beta \cos \gamma & -\cos \beta \sin \gamma \\ -\sin \alpha \cos \beta & \cos \alpha \sin \gamma - \sin \alpha \cos \gamma \sin \beta & \cos \alpha \cos \gamma - \sin \alpha \sin \gamma \sin \beta \end{bmatrix}$$

Thus, on the example of a gyroscope in a gimbal suspension, the building with the definition of each element of the matrix of directional cosines between the axles of the object and the axles connected with gyroscope rotor is considered. Herewith the serious mathematical device, which allows to receive the result given in the work, is involved.

XIX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 531/534

**DEFINITION PROJECTIONS OF THE ROTATIONAL AND DELOVOGO
ACCELERATIONS POINT FREE BODY ON THE AXIS FIXED
COORDINATE SYSTEM**

student Furman A. V., Doctor of philosophy, Associate Professor Shtefan N.I.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. The paper considers getting to axial and rotational accelerations points of interest solid, and also defined their projections on the movable axis coordinate systems. Also shown their relationship with normal and tangential with accelerations in case of movement free solid bodies. Received mathematically directions for all considered acceleration rates.

Keyword: free solid body; to axial, rotational, normal, tangential acceleration, vector the product.

**ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЕКЦІЙ ОБЕРТАЛЬНОГО І ДООСЬОВОГО
ПРИСКОРЕНЬ ТОЧКИ ВІЛЬНОГО ТІЛА НА ОСІ НЕРУХОМОЇ
СИСТЕМИ КООРДИНАТ**

студент Фурман А.В., к.т.н., доцент Штефан Н.І

Анотація. В роботі розглянуто отримання до осьового і обертального прискорень точки твердого тіла, а також визначені їх проекції на осі рухомої системи координат. Також показано їх зв'язок з нормальним і тангенціальним прискореннями у випадку руху вільного твердого тіла. Отримано математично напрямки всіх розглядуваних прискорень.

Ключові слова: вільне тверде тіло; до осьове, обертальне, нормальне, тангенціальне прискорення, векторний добуток.

Find the projection of the rotational and delovogo accelerations point solid on the movable axis coordinate systems Oxyz:

$$\vec{w}^{o6} = \vec{\varepsilon} \times \vec{\rho} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \varepsilon_x & \varepsilon_y & \varepsilon_z \\ x & y & z \end{vmatrix} = \vec{i}w_x^{o6} + \vec{j}w_y^{o6} + \vec{k}w_z^{o6}. \quad (1)$$

From here

$$\begin{aligned} \vec{w}_x^{o6} &= \varepsilon_y z - \varepsilon_z y \\ \vec{w}_y^{o6} &= \varepsilon_z x - \varepsilon_x z \\ \vec{w}_z^{o6} &= \varepsilon_x y - \varepsilon_y x. \end{aligned} \quad (2)$$

In in a separate case, when the vector is displayed angular velocity (or instantaneous axis of rotation) describes relatively fixed axis cone, rotating with angular velocity $\vec{\Omega}$ (which is typical, for example, for conical couplings), angular acceleration write to vide

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d'\vec{\omega}}{dt} + \vec{\Omega} \times \vec{\omega}. \quad (3)$$

If besides $\omega_x = \text{const}$, $\omega_y = \text{const}$, $\omega_z = \text{const}$, that is the angle a it is permanent, then $\frac{d'\vec{\omega}}{dt} = 0$. If solid the body moves so that the vector angular velocity $\vec{\omega}$ remains parallel to yourself, then in this case hodograph vectors $\vec{\omega}$ it will be straight line and so on the same as in the case of with a fixed axis, vector $\vec{\varepsilon}$ corner acceleration will colinearly $\vec{\omega}$. Ochevigno, in the case of such movement, if the same $w_o = 0$, to axial and rotational direction acceleration equal accordingly tangential and normal with acceleration.

Consider learn more K axial direction acceleration points of interest. We'll find it acceleration projections \vec{w}^{oc} on the selected axis coordinate systems, for example, Oxyz. Using formula for double vector works of art

XIX міжнародна науково-практична конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

$$\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$$

get:

$$\begin{aligned} \vec{w}^{oc} &= \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{\rho}) = \\ &= \vec{\omega}(\vec{\omega} \cdot \vec{\rho}) - \vec{\rho}\omega^2 = \\ &= \vec{i}\vec{w}_x^{oc} + \vec{j}\vec{w}_y^{oc} + \vec{k}\vec{w}_z^{oc}. \end{aligned} \quad (5)$$

We'll use it with these ratios:

$$\begin{aligned} \vec{\omega} &= \vec{i}\omega_x + \vec{j}\omega_y + \vec{k}\omega_z, & \vec{\rho} &= \vec{i}x + \vec{j}y + \vec{k}z, \\ \vec{\omega} \cdot \vec{\rho} &= \omega_x x + \omega_y y + \omega_z z, & \omega^2 &= \omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Then (5) takes the form

$$\begin{aligned} \vec{w}^{oc} &= \vec{\omega}(\vec{\omega} \cdot \vec{\rho}) - \vec{\rho}\omega^2 = \\ &= (\vec{i}\omega_x + \vec{j}\omega_y + \vec{k}\omega_z) \times \\ &\times (\omega_x x + \omega_y y + \omega_z z) - \\ &-(\vec{i}x + \vec{j}y + \vec{k}z)(\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2). \end{aligned} \quad (7)$$

Comparing the coefficients at the same the unit vectors in terms (5) and (7), we get

$$\begin{aligned} w_x^{oc} &= -x(\omega_y^2 + \omega_z^2) + y\omega_x\omega_y + z\omega_x\omega_y, \\ w_y^{oc} &= x\omega_y\omega_x - y(\omega_x^2 + \omega_z^2) + z\omega_y\omega_z, \\ w_z^{oc} &= x\omega_z\omega_x + y\omega_z\omega_y - z(\omega_x^2 + \omega_y^2). \end{aligned} \quad (8)$$

If to enter a conditional marking:

$$\begin{aligned} \omega_{xx} &= \omega_y^2 + \omega_z^2, & \omega_{yy} &= \omega_x^2 + \omega_z^2, \\ \omega_{zz} &= \omega_x^2 + \omega_y^2, & \omega_{xy} &= \omega_x\omega_y, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\omega_{xz} = \omega_x\omega_z, \quad \omega_{yz} = \omega_y\omega_z.$$

Then you can write it down in the matrix system form

$$\begin{bmatrix} W_x^{\omega c} \\ W_y^{\omega c} \\ W_z^{\omega c} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \omega_{xx} & -\omega_{xy} & -\omega_{xz} \\ -\omega_{yx} & \omega_{yy} & -\omega_{yz} \\ -\omega_{zx} & -\omega_{zy} & \omega_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (10)$$

You can show that when rotating the body is relatively small. the instantaneous axis, as well as when rotating around the motionless one axis, fair there is an expression

$$\vec{w}^{\omega c} = -\omega^2 \overline{MN}.$$

Indeed, using the formula (5) and considering that what $\frac{\vec{\omega}}{\omega}$ - ort aimed at the instant the axis of rotation, and $\frac{\vec{\omega}}{\omega} \cdot \vec{\rho} = \rho \cos \alpha = ON$, we'll get it

$$\begin{aligned} \vec{w}^{\omega c} &= \vec{\omega}(\vec{\omega} \cdot \rho) - \vec{\rho}\omega^2 = \\ &= \omega^2 \left[\frac{\dot{\vec{\omega}}}{\omega} \left(\frac{\vec{\omega}}{\omega} \cdot \vec{\rho} \right) - \vec{\rho} \right] = \\ &= \omega^2 (\overline{ON} - \vec{\rho}) = -\omega^2 \overline{MN}. \end{aligned} \quad (11)$$

On based on the conducted our research methods properties movement of the free solid body it can be argued that what $\vec{\omega}_e, \vec{\varepsilon}_e$ got it accordingly instantaneous angular velocity speed and instant angular with acceleration portable movement.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

CONDITIONS FOR PROVIDING THE QUALITATIVE NON- UNIFORM FLUIDIZATION

Kornienko Y.M., Haidai S.S. 5

THE CORRECTING OF THE RELATIONSHIP FOR OF THE MASS TRANSFER COEFFICIENTS DETERMINATIONS DURING THE MEMBRANE MODULES REGENERATION

Tereschenko I.Y., Metlina M.S., Huliienko S.V. 12

FORMULA FOR CALCULATING THE VIBRATION VISCOSITY OF FIBER-REINFORCED CONCRETE MIX AT VIBRATION EXTRUSION

Kramar Alexandra, Andreiev Igor 15

FLUE GAS CLEANING IN THE PROCESS OF HEATING BUILDINGS

IN A CLOSED HEAT SUPPLY SYSTEM

Khomenko M., Stepaniuk A. 18

WAYS TO IMPROVE THE DISPENSER-FEEDER OF CEMENT- SAND MORTAR

Polishchuk Denys, Andreiev Igor 21

THE MODERNIZATION OF THE SEWAGE TREATMENT UNIT OF THE METALLURGICAL PLANT

Aitubaiev I.I., Huliienko S.V. 24

JUSTIFICATION OF MATERIAL BALANCE IN THE PRODUCTION OF ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS

Kychak R. V., Stepaniyk A. R. 28

ДОСЛІДЖЕННЯ	ВЛАСТИВОСТЕЙ
НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО МАТЕРІАЛУ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ	
Коник А.В., Демченко В.В.	21
MODERN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF FIBER CONCRETE PRODUCTS TECHNOLOGY	
Pinchuk Andrii, Andreiev Igor	34
СПОСІБ АЕРАЦІЙНО-ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ОЧИЩЕННЯ АРТЕЗІАНСЬКИХ ВОД ВІД СІРКОВОДНЮ ТА ЙОГО СПОЛУЧЕНЬ	
Ободович О.М., Лимар А.Ю.	37
OBTAINING A FORMULA FOR CALCULATING THE VISCOSITY OF LIQUIDS IN THE CONE CHANNEL OF THE VISCOMETER	
Koval Vadym, Andreiev Igor	40
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	
Ободович О.М., Сидоренко В.В.	43
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕГАЗАЦІЇ РІДИНИ СПОСОБОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ	
Целень Б.Я., Радченко Н.Л., Іваницький Г.К.	46
ВПЛИВ ПІНИ НА ПЕРЕБІГ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ	
Щепкін В.І., Гартвіг А.П., Шуляк В.В.	50
СПОСОБИ ПІНОГАСІННЯ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ	
Щепкін В.І., Шуляк В.В., Гартвіг А.П.	52
ГРАНУЛЮВАННЯ КОМПОЗИЦІЙ З ЗАСТАРІЛИХ МУЛОВИХ ОСАДІВ ТА ТОРФУ	
Петрова Ж.О., Новікова Ю.П.	54
МОДЕРНІЗОВАНА КОНСТРУКЦІЯ МЕМБРАННОГО МОДУЛЯ	

Shakhunov M.O., asistant professor, Hulienko S.V.	56
SUBSTANTIATION OF THE PHYSICAL MODEL OF THE PROCESS OF ISOTHERMAL MASS CRYSTALLIZATION OF MULTI-COMPONENT LIQUID SYSTEMS ON SOLID PARTICLES	
Hotskyi Y. G., Stepaniuk A. R.	59
СУШІННЯ ШЛАМІВ КАЛЬЦІЄВОЇ СЕЛІТРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВИХ РЕСУРСІВ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	
Цюпяшук А.М., Костогриз К.П.	64
ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION PROCESS FOR FORMATION OF GRANULAR ORGAN - MINERAL FERTILIZERS	
Iatsiuk I., Stepaniuk A.	68
ОБҐРУНТУВАННЯ ДВУХСТАДИЙНОГО СУШІННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОКАЛОРИЙНОГО БЮПАЛИВА	
Корінчук Д.М., Сорокова Н. М., Дахненко В.Л.	74
MELTING PROCESS IN A DISK EXTRUDER	
Novodvorskiy V.V., , Shved M.P., , Shved D.M	79
RESOURCE AND ENERGY SAVING PROCESS AND EQUIPMENT FOR EXTRUSION OF THERMOPLASTICS	
Kovba A, , Shved M	82
ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ВОЛОГИ ПІД ЧАС ЕКСТРУЗІЇ ЗЕРНОВИХ НА ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ОТРИМУВАНОВОГО ЕКСТРУДАТУ	
Іваницький Г.К., Целень Б.Я., Радченко Н.Л.	85
DEVELOPMENT OF HEAT TECHNOLOGY FOR OBTAINING APPLE SNACKS	
Husarova O.V., Shapar R.O.	87

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
Рубльов А.В., Вольф О.О., Величко Н.М.	89
MODERNIZATION OF THE CONDENSATION AND COMPRESSION TYPE GAS FRAKING INSTALLATION	
Stepanyuk A.R.	91
NUMERICAL METHODS IN THERMAL CALCULATION OF A CALENDER FOR POLYETHYLENE PROCESSING	
Podiman G., Rudnytskyi B., Dvoinos Y	94
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ СІТКИ-СЕПАРАТОРА З ВИКРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ГІДРОДИНАМІКИ	
Kuznetsova A., Huliienko S.V.,	98
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРИДУ КАЛІЮ	
Калиновський А.С., Гавриленко В.В., Гулієнко С.В.,	101
MASS EXCHANGE PROCESSES IN AIR HEAT REGENERATOR	
Yevziutin P. Y., , Dvoinos Y.G.	105
MODERNIZATION OF THE OIL EXTRACTION PURIFICATION UNIT	
Rudyi O.D., Stepanyuk A.R.	108
ENERGY EFFICIENCY IN THE PROCESS OF POLYMER EXTRUSION	
Novodvorskiy V.V., Shved M.P., Shved D.M	111
MODERNIZATION OF THE SELECTIVE OIL PURIFICATION UNIT WITH THE DEVELOPMENT OF A STRIPPING COLUMN AND A STEAM GENERATOR	
Dmytruk A.V., Stepanyuk A.R.	114

CALCULATION OF THE AVERAGE TEMPERATURE IN A PLATE HEAT EXCHANGER WITH MIXED FLOW SCHEMES	
Italiantsev O., Dvoinos Y.	117
MODERNIZATION OF THE PLATE OF THE MASS TRANSFER APPARATUS	
Denysenko D., Dvoinos Y.	120
EXISTING APPROACHES OF MATHEMATICAL INTERPRETATION OF EMULSIFICATION	
V. Kosenko, O. Seminskyi, ,	123
EDUCATION OF A NEW GENERATION OF STUDENTS ON THE PRINCIPLES OF GLOBAL EUROPEAN THINKING	
Dyda B	132
THE IDEA OF PLASTIC PROCESSING IN THE CONTEXT OF CONTROLLING ENVIRONMENTAL POLLUTION	
Derksen V. , Byshko M. , Seminskyi O.	134

СЕКЦІЯ 2

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

HYDRAULIC RESISTANCE INVESTIGATION OF GAS DISTRIBUTION DEVICE IN APPARATUS WITH PSEUDO- LIQUEFIED LAYER	
Voitiuk V., Marchevsky V., Grobovenko Y., Hritsiuk H., Novokhat O.	139
DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL INSTALLATION	
Hritsiuk H.I., Novokhat O. A.	143
PRESSING PART OF THE MODERNIZED CARDBOARD MACHINE	
Hlamazda D. O., Marchevsky V. M.	148

ZEOLITE

Kushniruk V.M., Novokhat O. A. 154

COVERINGS OF PRESS SHAFTS OF CARDBOARD MACHINES

Hlamazda D. O., Marchevsky V. M. 157

**WAYS OF DEVELOPMENT OF THE GAUCH-PRESS
OF FORMING PART OF CARDBOARD MACHINE**

Galaykovskiy A.O., Novokhat O.A. 161

**MODERNIZATION OF THE FIRST AND SECOND DRYING
GROUPS OF THE CARDBOARD MACHINE**

Zaporozhets O.V., Novokhat O. A. 165

**MODERNIZATION OF THE MACHINE CALENDER
CARDBOARDING MACHINES**

Kurmyshev O.S., Marchevsky V.M. 169

**COMPARISON OF MODERN STRUCTURES OF SHOE PRESSES
OF CARDBOARD MACHINES WITH THE DEVELOPED
STRUCTURE**

Nikolaiev V. O., Marchevsky V. M. 172

**WAYS OF DEVELOPMENT OF THE GAUCH-PRESS
OF FORMING PART OF CARDBOARD MACHINE**

Kurmyshev O.S., Marchevsky V.M. 175

**PRINCIPLES FOR REGULATING PLASTICS HANDLING IN
TRANSITION TO BIODEGRADABLE MATERIALS**

Byshko M., Zubriy O., Seminskyi O. 178

INNOVATIVE DESIGNS OF COOLING CYLINDERS

Koshurnikov M. ; Seminskyi O. 183

MODERNIZATION REELS OF PAPER MACHINES

Kovalenko S.P., Marchevskyi V.M. 189

**METHODS OF INCREASING THE DIAMETER OF THE ROLL ON
REELS OF PAPER AND CARDBOARD MACHINES**

Kovalenko S., Seminskyi O. 191

SIZING OF CARDBOARD WEB

Lysii V., Seminskyi O. 195

SIZE PRESSES

Lysii V., Seminskyi O. 199

СЕКЦІЯ 3

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПАПЕРОВОГО
ПОЛОТНА**

Горяной С.В., Мовчанюк О.М. 205

**RESOURCE-EFFICIENT USE TECHNOLOGIES OF FRESH
WATER IN THE PRODUCTION OF SANITARY AND HYGIENIC
TYPES OF PAPER**

Oshita V., Osipenko V., Ploskonos V.G. 211

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАГОРОДЖЕННЯ
МАКУЛАТУРНОЇ МАСИ У ВИРОБНИЦТВІ САНІТАРНО-
ГІГІЄНИЧНОГО ПАПЕРУ**

Кекух М.В., Мовчанюк О.М. 217

**ПІДВИЩЕННЯ АДГЕЗІЇ ПІД ЧАС ЕКСТРУЗІЙНОГО
ЛАМІНУВАННЯ ПАПЕРУ ПОЛІЕТИЛЕНОМ**

Коваленко А.В., Мовчанюк О.М. 222

USE OF EFFICIENT SPORTS SYSTEMS OF LOW-WASTE CLOSED WATER USE SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF BASE PAPER FOR WIRE	
Ganzhuk A., Osipenko V., Ploskonos V.G	227
FEATURES OF OBTAINING SANITARY AND HYGIENIC PAPER	
Cheropkina R., Portyukh K., Tishchenko D.	231
APPLICATION OF MACERATION FOR DELIGNIFICATION CORN COB WRAPPERS	
Tutska S., Denusenko A., Cheropkina R.	236
CAUSES OF PAPER VERSATILITY DURING ITS DEHYDRATION ON THE GRID TABLE	
Kharitonchuk M., Cherepkina R., Trembus I.	240
EFFECT OF EXTRACTION ON DELIGNIFICATION SUNFLOWER PEEL	
Shevchenko D., Tutska S., Cheropkina R.	243
ВИКОРИСТАННЯ ДВОСІТКОВОГО ФОРМУВАННЯ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИНИ	
Ковальова К.Р., Мовчанюк О. М.	247
THE IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF WASTE PAPER SORTING	
Tretyak S., Deykun I.	252
SOFT AND HARD NIP CALENDARING	
Koshlenko O., Kolesnykova O., Ostapenko A.	255
APPLICATION OF DISC FILTERS FOR WASTE WATER RECOVERY AND PAPER THICKENING	
Miakinin E., Ostapenko A.	258

**IMPROVEMENT THE TECHNOLOGICAL PRODUCTION
PROCESSES OF PAPER FOR CORRUGATING**

Husol A., Deykun I. 261

**USE OF NANOCELLULOSE FROM WHEAT STRAW AS A
REINFORCING ADDITIVE IN PAPER PRODUCTION**

Boyko V.V., Yashchenko O.V., Barbash V.A. 264

**ТЕХНОЛОГІЯ РОЗМЕЛЮВАННЯ БАВОВНЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ
У ВИРОБНИЦТВІ ГРАФІЧНИХ ВИДІВ ПАПЕРУ**

Горяной С.В., Мовчанюк О.М. 269

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІТОЗАНУ НА
ПРОЦЕС ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ**

Шудра Д. Р., Хохотва О. П. 274

СЕКЦІЯ 4

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

**MATRIX OF TRANSITION OF SOLID COORDINATES IN SPACE
IN THE TRANSITION FROM NON-INERTIAL TO INERTIAL
REFERENCE SYSTEM**

Solomianiuk D.O., Shtefan N.I. 279

**STUDY OF THE MOTION OF A MATERIAL POINT ON THE
INNER SURFACE OF THE CYLINDER**

Pugach Y.R., Shtefan N.I. 284

**THE BUILDING OF THE MATRIX OF DIRECTIONAL COSINES
BETWEEN AXLES IN THE CASE OF GYROSCOPE BEING IN
THE GIMBAL SUSPENSION**

Tryhubets B. O., Shtefan N.I. 288

**DEFINITION PROJECTIONS OF THE ROTATIONAL AND
DELOVOGO ACCELERATIONS POINT FREE BODY ON THE
AXIS FIXED COORDINATE SYSTEM**

Furman A. V., Shtefan N.I.

291

Рішення

XIX 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», та Програмний комітет 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 кафедру машин та апаратів
хімічних і нафтопереробних виробних
виробництва



Я.М.Корнієнко