

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”**

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут Газу НАН України

ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ

**Московський державний агроінженерний
університет ім. В.П. Горячкіна**

Грузинський технічний університет

Тверський державний технічний університет

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

18-19 квітня
Київ 2016

УДК 66

ББК 35.11я43

Р 43

Збірник тез доповідей ІХ міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (18-19 квітня 2016 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133 с

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

"РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ"

Рекомендовано до друку
Радою молодих вчених
Інституту технічної
теплофізики
НАН України
Протокол № 3
Від 12 квітня 2016 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 12
від 13 березня 2016 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної
інформації (УкрІНТЕІ) № № 603 від 13.11.2015 р.

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

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Киричок П.О.	д.т.н, проф., проректор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» з науково-педагогічної роботи, голова програмного комітету конференції
Корнієнко Я. М.	д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету, заступник голови програмного комітету конференції
Снєжкін Ю. Ф.	д.т.н., заступник директора Інституту технічної теплофізики НАН України
Ільєнко Б. К.	к.т.н., Вчений секретар Інституту Газу НАН України
Ковтун С. І.	Рада молодих вчених Інституту технічної теплофізики НАН України
Корінчук Д. М.	к.т.н., Рада молодих вчених Інституту технічної теплофізики НАН України
Акуліч П. В.	д.т.н., професор ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ
Рудобашта С. П.	д.т.н., професор Московського державного агроінженерного університету ім. В.П.Горячкіна
Луговий Ю. В.	к.т.н., професор Тверського державного технічного університету
Косивцов Ю. Ю.	к.т.н., доц. Тверського державного технічного університету
Какубава Реваз (Івері) В.	д.т.н., професор Грузинського технічного університету

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Корнієнко Я. М.

д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ», голов організаційного комітету конференції

Степанюк А. Р.

к.т.н., доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ», заступник голови програмного комітету конференції

Марчевський В. М.

к.т.н., професор кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»

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 НТУУ «КПІ»

Зубрій О. Г.

к.т.н., доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»

СЕКЦІЯ 1

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

**АПРОКСИМАЦІЯ ФУНКЦІЇ МАСОВОГО РОЗПОДІЛУ ГРАНУЛ
ЗА РОЗМІРАМИ ПРИ ГРАНУЛЯЦІЇ РІДКИХ СИСТЕМ
У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ**

магістрант Куріньовський О. В., д.т.н., професор Корнієнко Я. М.,
к.т.н., ст. викл. Сачок Р. В., асистент Гайдай С. С.,
асистент Любека А. М., асистент Мартинюк О. В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Для безперервного ведення процесу зневоднення та грануляції висококонцентрованих добрив у псевдозрідженому шарі потрібно в будь-який момент часу підтримувати постійними масу шару та його поверхню на певному сталому рівні M_1 , кг, та f_1 , м². Тому практична реалізація процесу, враховуючи гідродинаміку, проводиться за умови:

$$\frac{df_1}{d\tau} = 0; \frac{dM_1}{d\tau} = 0. \quad (1)$$

Тому, при безперервному проведенні процесу зневоднення та грануляції гетерогенних систем стійкість кінетики гранулоутворення залежить від стабілізації дисперсного складу частинок та загальної поверхні шару в апараті на заданому рівні за рахунок потужності внутрішнього та зовнішнього джерела утворення нових центрів грануляції.

В основу математичної моделі, яка дозволяє визначити величину джерел утворення нових центрів грануляції покладено рівняння нерозривності О.М. Тодеса [1]:

$$\frac{\partial g(D, \tau)}{\partial \tau} + 2 \cdot \left[\lambda(D, \tau) \cdot \frac{\partial g(D, \tau)}{\partial D} + g(D, \tau) \cdot \frac{\partial \lambda(D, \tau)}{\partial D} - 3 \cdot \frac{\lambda(D, \tau) \cdot g(D, \tau)}{D} \right] = -S \cdot \psi \cdot K \cdot g(D, \tau) + \varphi(D, \tau), \quad (2)$$

де $g(D, \tau)$ – функція масового розподілення гранул за діаметром, мм⁻¹;
 τ – час, год; D – поточний діаметр гранул, мм; $\lambda(D, \tau)$ – лінійна швидкість росту гранул, мм/год; S – функція сепарації; ψ – коефіцієнт

гранулоутворення, %; K – константа вивантаження, год⁻¹; $\varphi(D, \tau)$ – загальна функція потужності зовнішніх і внутрішніх джерел утворення нових центрів грануляції, (мм·год)⁻¹.

Для розрахунку загальної функції потужностей зовнішніх і внутрішніх джерел утворення нових центрів грануляції $\varphi(D, \tau)$ необхідно встановити закон масового розподілення гранул за діаметром $g(D) = f(D)$.

Попередніми дослідженнями встановлено, що масове розподілення гранул в апараті з вірогідністю 95 % описується γ – розподіленням [1], мм⁻¹:

$$g(D) = \frac{z^n}{(n-1)!} \cdot D^{n-1} \cdot e^{-z \cdot D}, \quad (3)$$

де D – поточний діаметр, мм; n, z – параметри γ – розподілу.

Метою апроксимації є знаходження коефіцієнтів гама розподілу n та z при яких спостерігалася б максимальна збіжність теоретичної та експериментальної функцій масового розподілу.

Для розрахунку коефіцієнтів γ – розподілу авторами [3] використовувався метод найменших квадратів з наступним логарифмування. Це дало відхилення в межах 5% для діаметрів $D_e = 1 - 2,5$ мм при грануляції 40% розчинів сульфату амонію із домішками гуматів. Середня лінійна швидкість росту гранул становила $\lambda_1 = 0,15 - 0,28$ мм/год.

Експериментально встановлено, що при зневодненні висококонцентрованих гетерогенних систем із домішками речовин органічного походження середня лінійна швидкість росту гранул складає $\lambda_2 = 0,4 - 0,6$ мм/год, що призводить до інтенсивного росту еквівалентного діаметру, який знаходився в межах $D_e = 3,2 - 3,5$ мм. Апроксимація функції масового розподілу методом найменших квадратів на цих еквівалентних діаметрах показала низький коефіцієнт кореляції між експериментальними та теоретичними значеннями функції масового розподілу. Тому було прийнято рішення знаходити шукані коефіцієнти шляхом ітераційної їх зміни із

знаходженням масиву коефіцієнтів кореляції між теоретичною та експериментальною функціями масового розподілу, що розраховується за виразом (4). Таким чином, максимальний коефіцієнт кореляції визначає значення коефіцієнтів γ -розподілу. Коефіцієнт кореляції визначається за виразом:

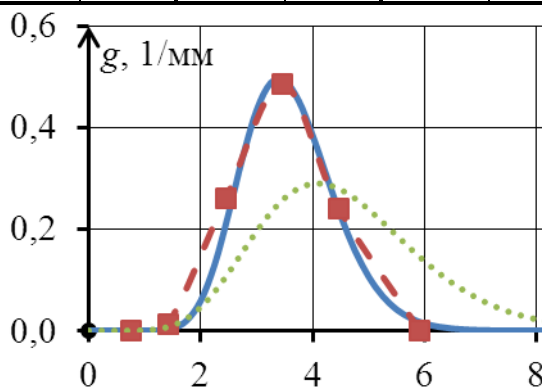
$$R = \frac{\sum_{i=1}^m (g_{\text{ан } i}(D_{\text{сер } i}) - \overline{g_{\text{ан}}}) \cdot \sum_{i=1}^m (g_{\text{експ } i}(D_{\text{сер } i}) - \overline{g_{\text{експ}}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (g_{\text{ан } i}(D_{\text{сер } i}) - \overline{g_{\text{ан}}})^2 \cdot \sum_{i=1}^m (g_{\text{експ } i}(D_{\text{сер } i}) - \overline{g_{\text{експ}}})^2}}, \quad (4)$$

де m – кількість проб для конкретного моменту часу τ ; $g_{\text{експ } i}$, $g_{\text{ан } i}$ – i -ті значення експериментальної та теоретичної функцій масового розподілу, мм^{-1} ; $\overline{g_{\text{експ}}}$, $\overline{g_{\text{ан}}}$ – середні значення експериментальної та теоретичної функцій масового розподілу, мм^{-1} .

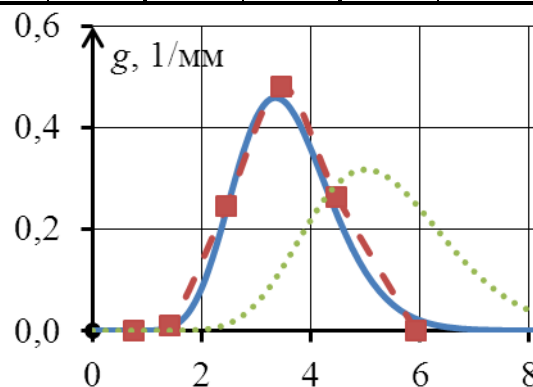
В таблиці 1 та на рисунку 1 наведено результати порівняння апроксимації функції масового розподілу методом МНК та методом пошуку максимального коефіцієнта кореляції (R_{max}).

Таблиця 1. Порівняння результатів апроксимації

	$\tau=0$		$\tau=1$		$\tau=2$		$\tau=3$		$\tau=4$		$\tau=5$	
	НК	max	НК	max	НК	max	НК	max	НК	max	НК	max
		17	17	16	24	13	13	20	43	16	31	18
	2,140	4,86	3,200	4,480	4,5	3,660	5,600	5,24	9,120	4,100	5,400	4,780
	0,653	0,994	0,435	0,998	0,763	0,985	0,345	0,976	0,765	0,936	0,567	0,977
D_e	3,227		3,275		3,272		3,450		3,492		3,449	
n/z	3,738	3,498	5,312	3,571	5,333	3,552	2,321	3,817	4,714	3,902	5,741	3,766



а) $\tau=0$



б) $\tau=1$

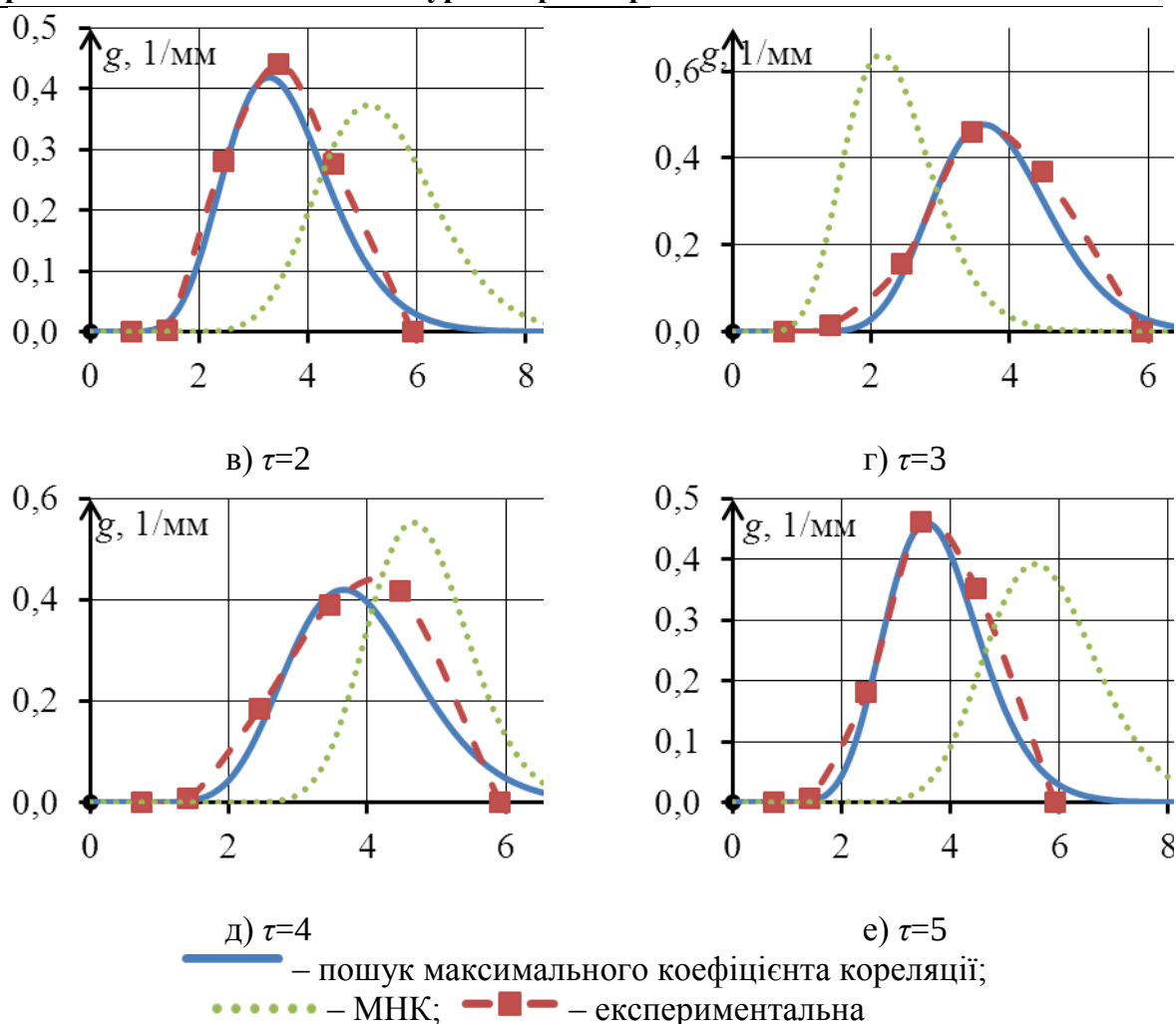


Рисунок 1 – функції масового розподілу гранул за діаметром

Запропонований спосіб апроксимації дозволяє знаходити аналітичний вигляд функції масового розподілу при великих значеннях еквівалентного діаметра, які мають місце при зневодненні та грануляції висококонцентрованих гетерогенних систем із значеннями лінійної швидкості росту гранул $\lambda > 0,3$ мм/год.

Перелік посилань:

1. Тодес О. М. Обезвоживание растворов в кипящем слое. О. М. Тодес, Ю. Я. Каганович, С. П. Налимов, А. Д. Гольцикер и др. М. «Металлургия», 1973, 288 с.
2. Гамма-розподіл – [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://helpiks.org/4-88142.html> Дата звернення (13.04.2016) – Назва з екрану.
3. Корнієнко Я.М. Ефективність процесу утворення багатошарових твердих композитів / Я.М. Корнієнко, Р.В. Сачок // Наукові праці. Одеська національна академія харчових технологій. – №32. – 2008, С. 97–99.

УДК 678.027

**ДО ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ В
ШЕСТИЕРЕННОМУ НАСОСІ ПРИ ПЕРЕКАЧУВАННІ
РОЗПЛАВІВ ПОЛІМЕРІВ**

магістрант Бояркін О.О., доц. к.т.н. Швед М.П., інж. Швед Д.М.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Каскадні схеми екструзії, в яких процес розділено на окремі операції з можливістю автономного керування, використовують для покращення керування якістю переробки композиційних матеріалів, для забезпечення вибору оптимальних параметрів кожної з виділених операцій і процесу переробки в цілому [1].

На першій стадії в якості розплавлювача-гомогенізатора все частіше використовують дисковий екструдер, а на другій стадії, для подолання опору формуючого інструменту встановлюють шестеренний насос, який завдяки жорсткій напірній характеристиці запобігає пульсації тиску та продуктивності, що дозволяє зменшити допуски на геометричні розміри і відповідно перевитрати сировини та енергії.

Тиск який може створювати шестеренний насос залежить від співвідношення між опором формуючої головки і внутрішнім опором насосу.

Найважливішою умовою працездатності насосу є виконання залежності:

$$Q_{\text{ф}} \Delta p_{\text{зов}} = Q_{\text{втр}} \Delta p_{\text{внт}} \quad (1)$$

де $Q_{\text{ф}}$ – фактична подача насосу, м³/с; $Q_{\text{втр}}$ – внутрішні втрати розплаву, м³/с; $\Delta p_{\text{зов}}$ – зовнішній гідравлічний опір, Пас/м³; $\Delta p_{\text{внт}}$ – внутрішній гідравлічний пір насосу, Пас/м³.

З рівняння (1) отримаємо залежність для тиску який може розвинути шестеренний насос:

$$\frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{втр}}} = \frac{\Delta p_{\text{внт}}}{\Delta p_{\text{зов}}} \quad (2)$$

Фізичний зміст залежності (2) полягає у тому, що тиск який створює шестеренний насос пропорційний внутрішньому гідравлічному опору насоса на шляху внутрішніх втрат через зазори в шестеренному насосі.

З залежності (2) видно, що зменшуючи гідравлічний опір внутрішніх втрат насосу – $Q_{\text{втр}}$ можна досягти такого моменту, при якому насос буде не в змозі подолати опір формуючого інструменту. В цей момент внутрішній і зовнішній гідравлічні опори зрівноважаться $\Delta p_{\text{внт}} = \Delta p_{\text{зов}}$, в результаті чого стануть рівними подача і внутрішні втрати, виконуватиметься умова $Q_{\text{ф}} = Q_{\text{втр}}$, що є аналогом відсутності подачі розплаву. При цьому вся механічна енергія яка підводиться до насосу, буде перетворюватися у внутрішню енергію розплаву, тобто йти на її нагрівання.

Залежність (2) показує, що збільшуючи опір внутрішніх втрат насосу $\Delta p_{\text{внт}} \rightarrow \infty$ можна досягти зниженню внутрішніх втрат $Q_{\text{втр}} \rightarrow \infty$, що дасть можливість збільшити тиск який розвиває насос $\Delta p_{\text{зов}} \rightarrow \infty$ [3].

Перелік посилань:

1. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Радченко Л.Б. – К.: ІЗМН. – 1999. – 220 с.
2. Ким В.С. Теория и практика экструзии полимеров. – М.:Химия, КолосС, 2005, 568 с.
3. Микаэли В.Экструзионные головки для пластмасс и резины: Конструкции и технические расчеты / Пер. с англ. яз.; Под ред.. В.П. Володина. – СПб: Профессия, 2007. – 472 стр., ил.

ПОРІВНЯЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВУ ОДИНИЧНОЇ ГРАНУЛИ НІТРАТУ АМОНІЮ З ОРГАНІЧНИМИ ДОМІШКАМИ

магістрант Вислогузова Я. М., к.т.н , доцент Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Нітрат амонію (NH_4NO_3) містить до 34% азоту. Для сільського господарства аміачна селітра випускається у вигляді гранул сферичної форми. Серед усіх добрив вона займає перше місце по використанню в сільському господарстві, яке становить 55-60 % ринку мінеральних добрив [1].

Метою роботи є визначення впливу технологічних параметрів на процес нагріву, зокрема визначення впливу енергії гранули та зовнішнього середовища на процес нагріву гранули. Гранула має температуру порядку 90°C , а зовнішнє середовище – $+130^\circ\text{C}$. Необхідно визначити співвідношення кількості енергії, що поступає за рахунок внутрішнього і зовнішнього джерел. Тому треба визначити задачу з впливом лише внутрішнього джерела та сукупно внутрішнього і зовнішнього джерел.

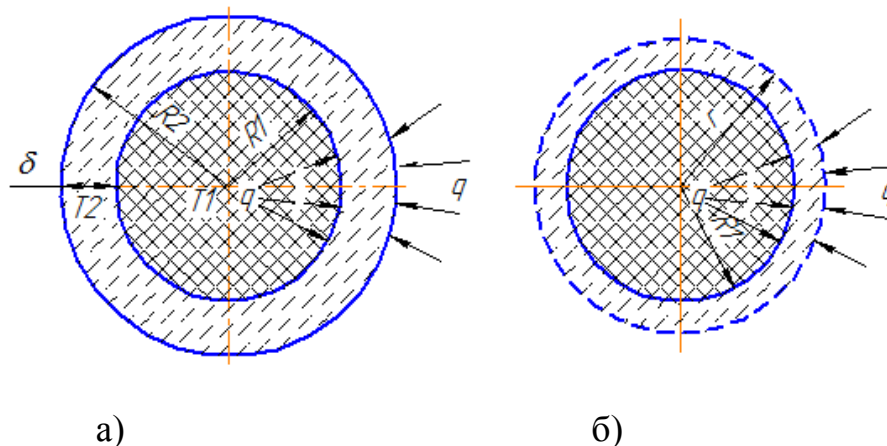


Рисунок 1 – Схема моделі процесу нагріву гранули:

а) початковий момент часу; б) поточний момент часу.

1) Нагрів гранули за рахунок внутрішньої енергії та енергії середовища:

Розподіл температури в межах фронту нагріву $0 \leq r \leq R2$ описується рівнянням нестационарної теплопровідності [2]:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$

з початковими умовами $T1|_{\tau=0} = T1_0$ при $0 \leq r \leq R1$,
 $T2|_{\tau=0} = T2_0$ при $R1 \leq r \leq R2$.

з граничними умовами: відсутність теплового потоку в центрі (гранична умова II-го роду):

$$\left. \frac{\partial T1}{\partial r} \right|_{\tau=0} = 0,$$

рівність температур та теплових потоків в контакті двох фаз (гранична умова IV-го роду):

$$\begin{aligned} T1|_{r=R1} &= T2|_{r=R1}, \\ \lambda1 \left. \frac{\partial T1}{\partial r} \right|_{r=R1} &= \lambda2 \left. \frac{\partial T2}{\partial r} \right|_{r=R1}, \end{aligned}$$

конвективний теплообмін на поверхні (гранична умова III-го роду):

$$\lambda2 \left. \frac{\partial T2}{\partial r} \right|_{r=R2} = \alpha(T2 - Tc).$$

2) Нагрів гранули тільки за рахунок внутрішньої енергії:

Розподіл температури в межах фронту нагріву $0 \leq r \leq R2$:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda1 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) \right|_{r=0 \text{ до } R1} \quad \text{та} \quad \left. \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) \right|_{r=R1 \text{ до } R2}$$

з початковими умовами $T1|_{\tau=0} = T1_0$ при $0 \leq r \leq R1$,
 $T2|_{\tau=0} = T2_0$ при $R1 \leq r \leq R2$.

Рівність температур та теплових потоків в контакті двох фаз (гранична умова IV-го роду):

$$\begin{aligned} T1|_{r=R1} &= T2|_{r=R1}, \\ \lambda1 \left. \frac{\partial T1}{\partial r} \right|_{r=R1} &= \lambda2 \left. \frac{\partial T2}{\partial r} \right|_{r=R1}. \end{aligned}$$

Запропоновані моделі дають можливість визначити вплив кількості енергії внутрішнього і зовнішнього джерел на нагрів гранули.

Перелік посилань:

1.«Мінеральні добрива» [електронне джерело]. Режим доступу:
http://www.himsnab.com.ua/ua/chemistry/industry/ammonium_nitrate.html1%82_112166.html від 18.03.2016 р.

2.Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. У 2 ч. Ч.1./ Я.М.Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 300с. – Бібліогр.: с.298-299.–400 пр.

ПРОЦЕС ТЕПЛОМАСООБМІНУ НА СТАДІІ ПРОГРІВУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

магістрант Демчук Д.Ю., к.т.н., доц. Корінчук Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Процес сушіння (зневоднення) полягає у видаленні вологи з продуктів, таким чином перешкоджаючи розвитку мікроорганізмів і бактерій, руйнуючих продукти.

Видалення вологи з продуктів найпростіший, найдешевший і найцінніший метод збереження продуктів, тому тема дослідження актуальна.

Для дослідження процесу тепломасообміну на стадії прогріву була підібрана фізична модель процесу.

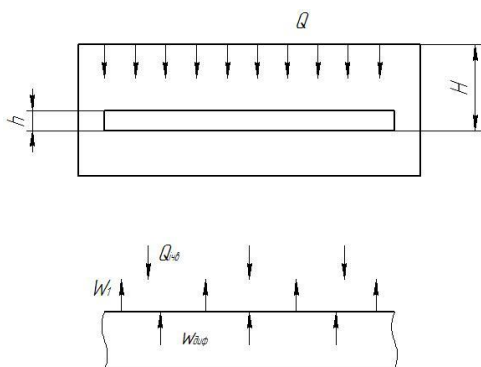


Рисунок 1 – Схема сушіння матеріалу під дією інфрачервоного випромінювання

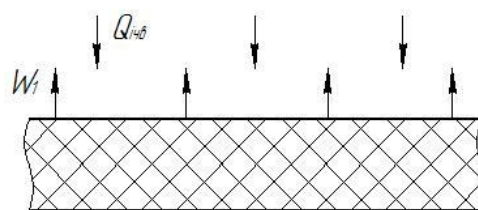


Рисунок 2 – Схема випаровування вологи з вільної поверхні матеріалу

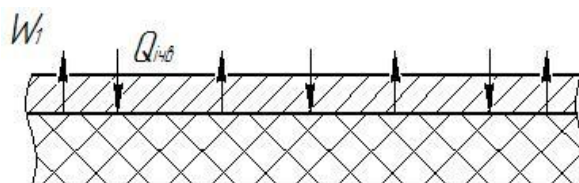


Рисунок 3 – Схема поглиблення фронту випаровування в середину зразка

Складена та вирішена математична модель

$$\begin{cases} \frac{du}{d\tau} = -\beta F(P_s - P_{nn}) \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \frac{dt}{d\tau} = \alpha \frac{d^2 t}{dz^2} + \frac{q_r}{(c_n - c_{\Sigma} U)m} - \frac{r}{(c_n - c_{\Sigma} U)} \cdot \frac{du}{d\tau} \end{cases} \quad (2)$$

Де на верхній та нижній поверхнях яблука діють граничні умови третього роду:

$$-\frac{\lambda}{\delta}(t_{z0} - t_{z1}) + \alpha(t_{z0} - t_{\text{пов}}) = 0 \quad (3)$$

$$-\frac{\lambda}{\delta}(t_0 - t_1) + \alpha(t_{z0} - t'_{\text{пов}}) = 0 \quad (4)$$

Для проведення дослідів був побудований стенд, а для зменшення впливу людини на технологічний процес була створена віртуальна платформа для збору та обробки даних [2], що суттєво зменшила появу похибок та збільшила точність результату.

За результатами дослідів була досліджена кінетика процесу сушіння.

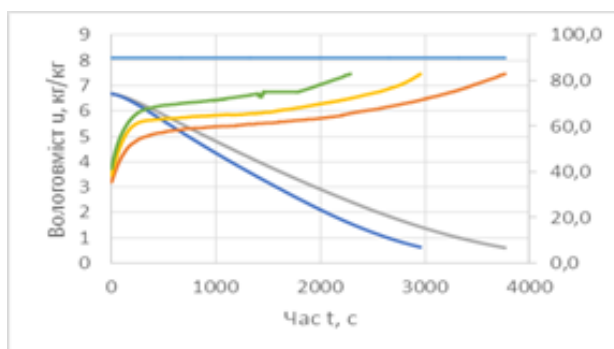


Рисунок 4 – Кінетична крива та термограма $T = 90^{\circ}\text{C}$ $h = 2$ мм.
 $H = 65, 60, 55$ мм,

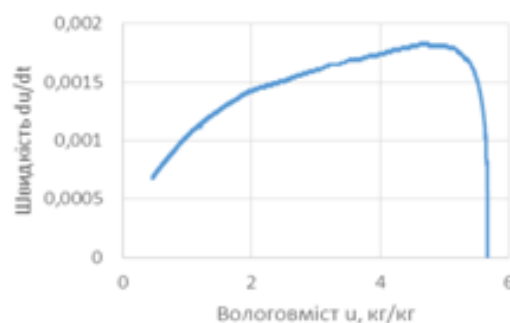


Рисунок 5 – Залежність швидкості сушіння від вологовмісту
 $T = 90^{\circ}\text{C}$ $H = 65$ мм, $h = 2$ мм.

Аналіз отриманих кінетичних кривих сушіння і швидкості сушіння показує, що зі збільшенням висоти шару матеріалу та відстані від поверхні матеріалу до випромінювача, швидкість сушіння зменшується, що призводить до збільшення тривалості процесу сушіння.

Перелік посилань:

1. Островский Г.М. «Справочник химика. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II. – СПб.: НПО Профессионал, 2006. – 916 с. ил.
2. Демчук Д.Ю., Корінчук Д.М. Система збору та обробки даних в процесі інфрачервоного сушіння термолабільних матеріалів / Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання. – 2015. с.19 – 20.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ТИСКУ СТВОРЮВАНОГО
ШЕСТЕРЕННИМ НАСОСОМ ВІД ЗАГАЛЬНОГО ЗАЗОРУ
В З'ЄДНАННЯХ НАСОСА**

магістрант Воробей Н.Г., доц., к.т.н. Швед М.П., інж., Швед Д.М.

**Національний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Полімерні труби – продукція, що застосовується практично у всіх інженерних комунікаціях. Аналітики прогнозують: до 2018 року попит на труби з різних полімерних матеріалів буде збільшуватися на 8,7% щорічно. [1].

Екструдери складають найбільш важливу частину обладнання по виготовленню полімерних труб. Останнім часом в лініях для виробництва полімерних труб все частіше використовується шестеренні насоси, використання яких дає змогу зменшити перевитрату сировини до 1% проти 8% в установках без шестеренного насоса. Проте, не зважаючи на ці дані, перевитрати в насосі все ж спостерігаються. Насамперед вони обумовлені наявністю зазорів. Моделювання процесів перенесення розплаву з зони низького тиску в зону високого тиску досить складний через те, що він описується комбінацією трьох видів перенесення: дискретне перенесення основної частини розплаву міжзубними впадинами шестерень, перенесення частини розплаву граничною поверхнею (рух Куетта) і перенесення розплаву за рахунок градієнту тисків (рух Стокса). Причому напрямки градієнтів перенесення для цих рухів в різних зонах насоса то співпадають, то протилежні. Таким чином результуюче перенесення може бути представлене залежністю:

$$Q_{\phi} = Q_T - Q_{BT} \quad (1)$$

де Q_{ϕ} - фактична продуктивність, Q_T - паспортна продуктивність,

Q_{BT} - сумарні втрати продуктивності в зазорах шестеренного насоса.

Одною з основних задач при високоточному дозуванні є визначення взаємозв'язку між величиною робочих зазорів, в'язкістю і тиском. Якщо прийняти, що всі зазори в насосі плоскощільові, то рішення рівнянь Нав'є-Стокса з рядом обмежень дає змогу отримати залежність для Q_{BT} [2]:

$$Q_{\text{вт}} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{P_1 - P_2}{12\mu L} b h^3 - \frac{U b h}{2} \right], \quad (2)$$

В цій залежності основним чинником який впливає на втрати через зазори є їх величина. Коли $h \rightarrow 0$ то $Q_{\text{вт}} \rightarrow 0$, і навпаки, коли $h \rightarrow \infty$ то $Q_{\text{вт}} \rightarrow \infty$. Приймаючи до уваги, що в нових насосах втрати через зазори не перевищують 10% від Q_T , де $Q_T = 6,5 \cdot m^2 \cdot z \cdot b \cdot n$ [3], то залежність між тиском, який може створювати насос і величиною його зазорів може бути приведена виразом 3:

$$\Delta p = \frac{6 \cdot \mu \cdot L (2 \cdot 0,1 Q_T + U \cdot b \cdot h)}{b \cdot h^3} \quad (3)$$

Рішення цієї залежності методом ітерацій при $\mu = 1000 \text{ Па} \cdot \text{с}$ дозволяє отримати графічну залежність у вигляді, рис. 1:

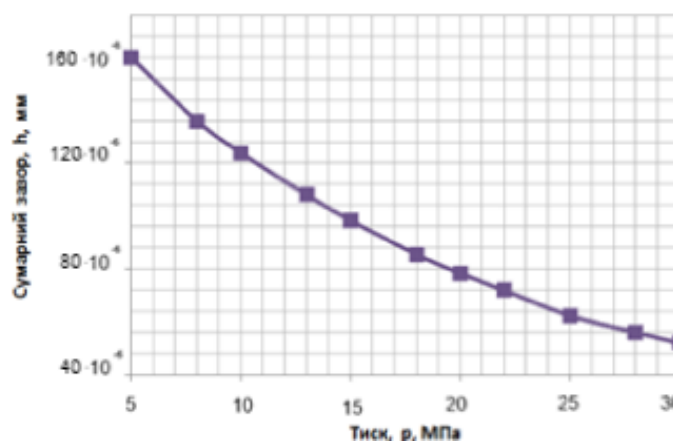


Рис. 1 – Залежність тиску в шестеренному насосі, від величини зазору

Із залежності видно, що при збільшенні перепаду тисків в НШ величина зазорів повинна зменшуватися. Таким чином, регулюючи внутрішній опір шестеренного насоса зміною величини зазорів можна змінювати жорсткість напірної характеристики насоса і відповідно величину коливання продуктивності на виході з насоса.

Перелік посилань:

1. KWD Globalpipe [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.globalpipe.de/>
2. Кузьміна В. О, Корнієнко Я.М, Швед М.П, Швед Д.М. Дослідження продуктивності шестеренного насоса в лінії для виробництва рукавної плівки. [Текст] / В. Кузьміна // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2012.- №1

Башта Т.М. Расчет и конструирование самолётных гидравлических устройств. Оборонгиз, Москва, 1961. – 672с.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

магістрант Іскамов А.Г., к.т.н, доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес теплообміну в роторно-плівковому апараті залежить від гідродинаміки процесу. Фізична модель описує процес гідродинаміки в роторно-плівковому апараті.

Турбулізація рідини в роторному апараті, а отже, і динамічна швидкість u_* визначається двома чинниками: дотичною напругою на стінці, обумовленою рухом плівки вздовж корпусу апарату під впливом гравітаційної сили, і перемішуванням плівки лопатями, що обертаються. Якщо передбачити, що спільна дія цих двох чинників може бути виражене через сумарну дисипацію енергії, тобто величину E_0 , що входить в рівняння:

$$u_* = \sqrt[4]{\frac{E_0 \cdot \nu}{\rho}};$$

можна виразити як:

$$E_0 = E'_0 + E''_0,$$

де E'_0 —обумовлена гравітаційними силами: $E'_0 = \frac{\tau_0^2}{\rho \cdot \nu},$

E''_0 — обумовлена обертаючими лопатями: $E''_0 = \chi^4 \cdot \frac{N}{2\pi \cdot R \cdot \delta \cdot l}.$

Рівняння перенесення :

$$\frac{\alpha}{\lambda} \cdot \frac{\nu}{\sqrt{\left(\frac{\tau_0}{\rho}\right)^2 + x^4} \cdot \frac{N \cdot \nu}{2\pi \cdot R \cdot \delta \cdot l \cdot \rho}} = \frac{Pr}{\bar{\psi}}$$

В загальному випадку коефіцієнт потужності може бути виражений як функція, що залежить від критеріїв Рейнольдса (відцентрового та плівкового), Фруда та середньої товщини плівки.

$$K_N = Re_{\omega}^{\alpha} \cdot Re_{\pi}^{\beta} \cdot Fr_{\omega}^{\gamma} \cdot \left(\frac{\Delta}{R}\right) \cdot C.$$

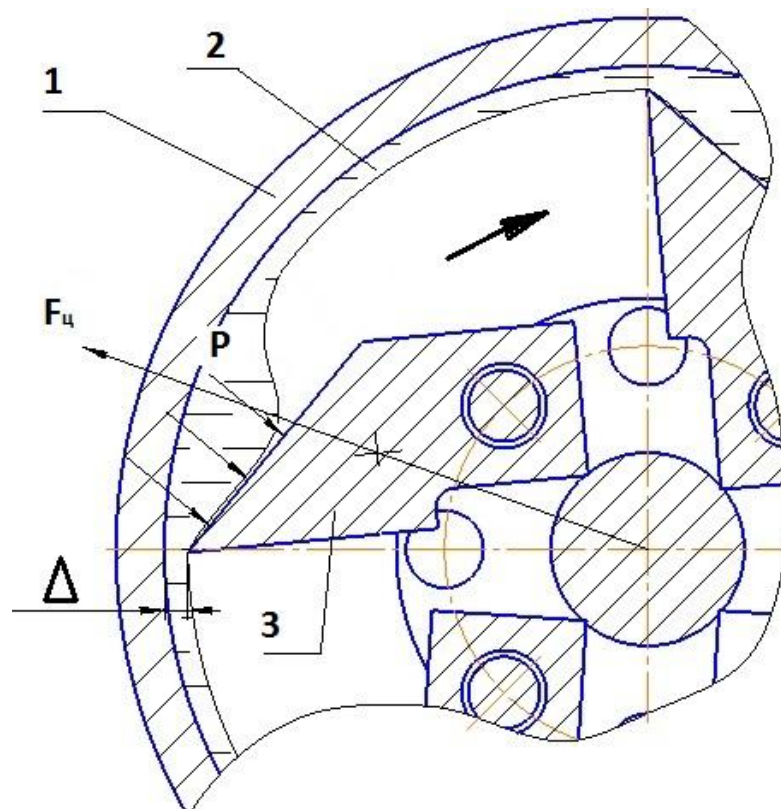


Рисунок 1 – Схема сил які впливають на процес гідродинаміки

1 – стінка апарату; 2 – шар рідини; 3 – лопатка.

Перелік посилань:

1. Соколов В.Н., Яблокова М.А. Аппаратура микробиологической промышленности. – Л.: Машиностроение. Ленинград. Отд-ние, 1988 – 278 с.: ил.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ В ПРИСУТНОСТІ САПОНІТУ ТА ГУМАТІВ

магістрант Кушнір О.С., к. т. н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Солі мікроелементів можуть бути замінені природними мінералами та відходами виробництва. Їх розподіл, в малих кількостях, на великі засівні площі, є проблемним. Тому мікродобрива додають до основних добрив в процесі їх виробництва [1].

Математична модель процесу включає енергію руху, і умови однозначності сформульовані для окремих компонентів дисперсного середовища з врахуванням взаємодії його компонентів. Під час сушки сульфату амонію важливим фактором є досягнення та підтримання температурного режиму процесу. Сушка сульфту амонію відбувається при 353 К. Фізична модель зображена на рисунку 1.

При виведенні загальних рівнянь моделі описуються зв'язки загального руху компонентів з рухом дисперсії, яку вони складають, а також взаємозв'язок властивостей переносу окремих компонентів в суміші.

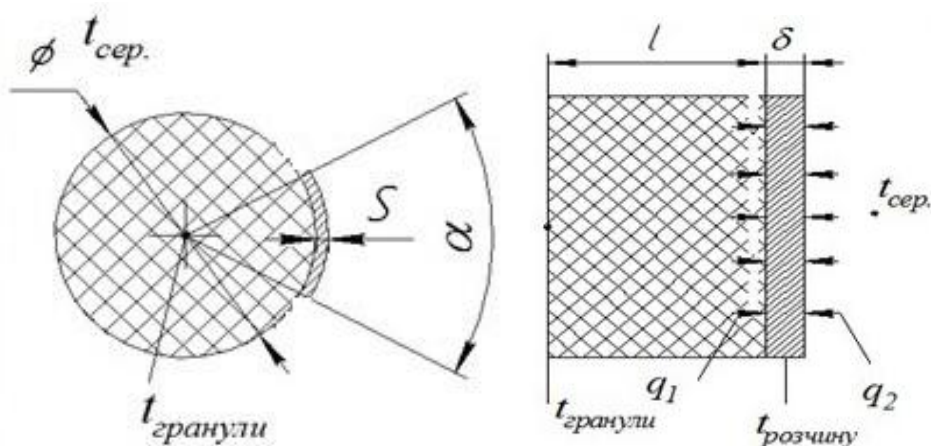


Рисунок 1 – Схема моделі процесу сушіння гранули

Рівняння для нагріву плівки рідини за рахунок енергії гранули [2]:

$$\frac{\partial q_1}{\partial \tau} = \lambda \left(\frac{\partial t^2}{\partial x^2} \right)$$

конвективний теплообмін на поверхні (гранична умова ІІІ-го роду):

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=R} = \alpha(T - T_c).$$

Рівняння теплопровідності для передачі тепла через плівку:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right)$$

з початковими умовами $T|_{\tau=0} = T_0$ при $0 \leq x \leq R$,

з граничними умовами: відсутність теплового потоку в центрі
(гранична умова ІІ-го роду):

$$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{\tau=0} = 0,$$

В загальному випадку баланс тепла можна визначити з залежності [3] :

$$dQ = dQ_H + dQ_K$$

після перетворень отримаємо:

$$dQ = [c_p(t_k - t_n) + r] \rho x^2 dx$$

За результатами дослідження отримано залежність для визначення кількості енергії, яка необхідна для випаровування розчинника з поверхні гранули після нанесення на неї розчину сульфату амонію з домішками сапоніту та гуматів.

Перелік посилань:

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), ч. 1, - Изд. 4-е, испр. Л., Изд. "Химия", 1974 - 792 с. (с. 1-792);
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. У 2 ч. Ч.1./ Я.М.Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 300с. – Бібліогр.: с.298-299.–400 пр.
3. Олевский В.М. Технология аммиачной селитры. М.. Химия, 1978, - 311с.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ

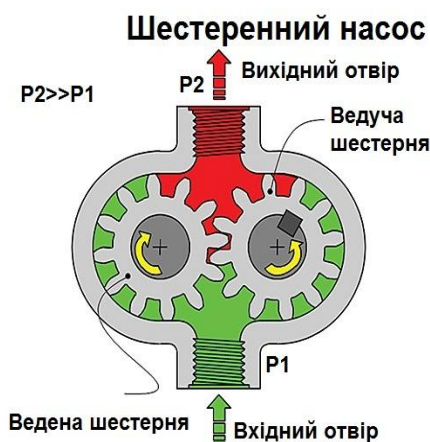
В КАСКАДНИХ СХЕМАХ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ

студент Кеба О.В., доц., к.т.н. Швед М.П., інж. Швед Д.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

З кожним днем використання шестеренних насосів в лініях для екструзії полімерів стає дедалі популярнішим. Це пов'язано не тільки з тим, що шестеренні насоси дають можливість отримувати кінцевий продукти вищої якості, але й з тим, що вони використовуються як загальновизнаний інструмент для покращення ефективності та зручності в використанні всієї екструзійної лінії. Працюючи з екструдером як єдина система шестеренні насоси поєднали в собі такі ключові характеристики, без яких сьогодні неможливо було б відповідати постійно зростаючим вимогам до якості продукції та економічності. Шестеренні насоси можна використовувати не лише в нових екструзійних лініях, але й при модифікуванні вже існуючих. Але в обох випадках присутня єдина мета – вивести етап виробництва на якісно новий рівень, досягти більшої точності та якості при виготовленні продукції й збільшити керованість процесу. Шестеренні насоси, як дозатори, використовуються при виготовленні моноволокон, багатошарових матеріалів, орієнтованої плівки, труб, листів, композиційних матеріалів, профільно-погонажних виробів, резини і таке інше [1,2]. На Рис.1 зображений шестеренний насос для комплектації технологічних ліній для переробки полімерів.

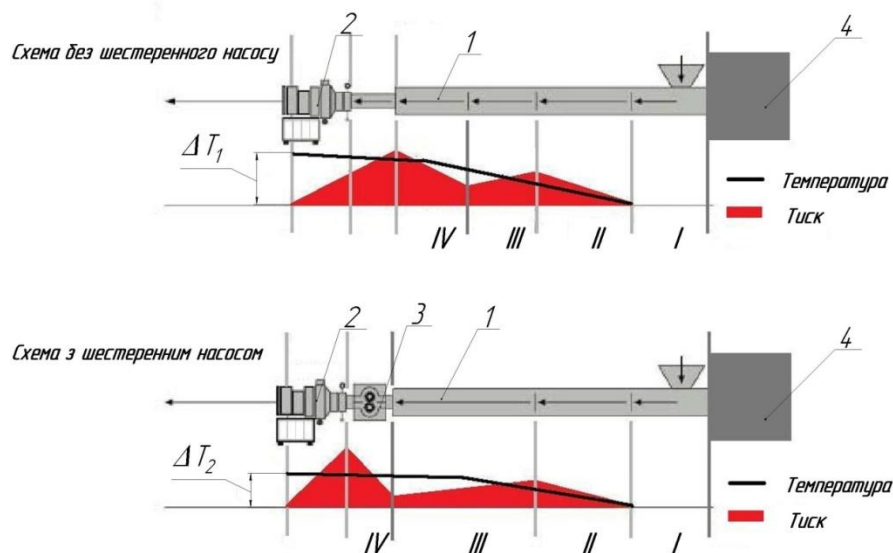


P_1 – зона низького тиску, P_2 – зона високого тиску.

Рисунок 1 – Шестеренний насос для комплектації технологічних ліній для переробки полімерів

Шестеренний насос в процесах екструзії виконує функцію подачі потоку розплаву до екструзійної головки постійного тиску і швидкості. Завдяки тому, що шестеренний насос не просто перекачує розплав полімеру, а й створює необхідний тиск для проходження через головку екструдера, то робота самого екструдера тепер спрямована тільки на розплавлення та гомогенізацію полімеру, що безумовно є перевагою каскадних схем екструзії.

На рисунку 2 приведений результат дослідження перерозподілу потужності між зонами плавлення та дозування в схемах екструзії полімерів з використанням шестеренного насосу.



1 – екструдер, 2 – головка екструзійна, 3 – шестеренний насос, 4 – привід, I – зона завантаження, II – зона пластифікації, III – зона гомогенізації, IV – зона створення тиску

Рисунок 2—Результат дослідження перерозподілу потужності між зонами плавлення та дозування в схемах екструзії полімерів з використанням шестеренного насосу.

З рисунку можна зробити висновок про те, що використання шестеренного насосу як дозуючого пристрою при екструзії полімерних матеріалів дає змогу перерозподілити потужність між зоною дозування та плавлення при чому:

- знижується температура розплаву, що перекачується;
- підвищується тиск, необхідний для продавлювання розплаву через формуючий інструмент;
- підвищується якість розплаву;
- знижуються сумарні затрати енергії на переробку полімерів.

Перелік посилань:

1. Еластомери [Електронний ресурс].—режим доступу.—
<http://bibliograph.com.ua/spravochnik-153-2-tehnika/25.htm> від 15.03.2016 р.
2. Раувендааль К. Выявление и устранение проблем в экструзии/К. Раувендааль, М. д. Пилар Норьега Е., Х. Харрис; Пер. с англ, под ред. В.П.Володина— СПб.: Профессия, 2008.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ОСАДУ З ПОВЕРХНІ РУЛОНОВАНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ

магістрант Лялька М.О., д.т.н., проф. Корнієнко Я.М.,
ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Час повного розчинення утвореної маси твердої речовини можна визначити з умови:

$$M_{\Pi} - M = 0 \quad (1.1)$$

де M_{Π} – початкова маса осаду, кг; M – маса розчиненого осаду, кг.

При розгляді масообмінних процесів, а саме процесу вилучення осаду з поверхні мембрани, кінетика процесу може бути описана рівнянням виду [1]:

$$dM = KF(C^p - C_1)d\tau \quad (1.2)$$

де M – маса вилученого матеріалу, кг; τ – час вилучення, с; F – площа поверхні контакту фаз, м²; C^p – рівноважна концентрація (концентрація насиченого розчину), кг/м³; C_1 – поточна концентрація розчиненої речовини в розчиннику, кг/м³; K – коефіцієнт перенесення маси, м/с.

Величина перенесення маси може бути визначена за критеріальними рівняннями, отриманими узагальненням експериментальних даних [2]. Гідродинамічні параметри процесу в таких рівняннях враховуються у вигляді критерію Рейнольдса.

$$Re = \frac{w \cdot d_e \cdot \rho}{\mu} \quad (1.3)$$

де w – швидкість руху промивного розчину, м/с; d_e – еквівалентний діаметр каналу мембранного модуля, м; ρ – густина промивного розчину, кг/м³; μ – динамічна в'язкість промивного розчину Па·с.

Отже, швидкість руху промивного розчину безпосередньо впливає на ефективність процесу відновлення функціональних характеристик рулонуваних мембранних модулів. Оскільки процес руху промивної рідини відбувається в каналі мембранного модуля (стіснені умови) то доцільно врахувати наявність сітки сепаратора. Сітка сепаратор забезпечує необхідну ширину каналу і сприяє турбулізації потоку. Водночас, вона збільшує гідравлічний опір каналу, який для чистих мембранних модулів 3О типу TFC-75 становить 2-5 кПа, а за наявності забруднень збільшується до 10 кПа.

Коефіцієнт вільного простору каналу складає $\varepsilon = 0,7583$. Модель частини розгорнутого каналу рулонованого модуля представлено на рисунку 1.1.

Сітка-сепаратор зображена на рисунку 1.2.

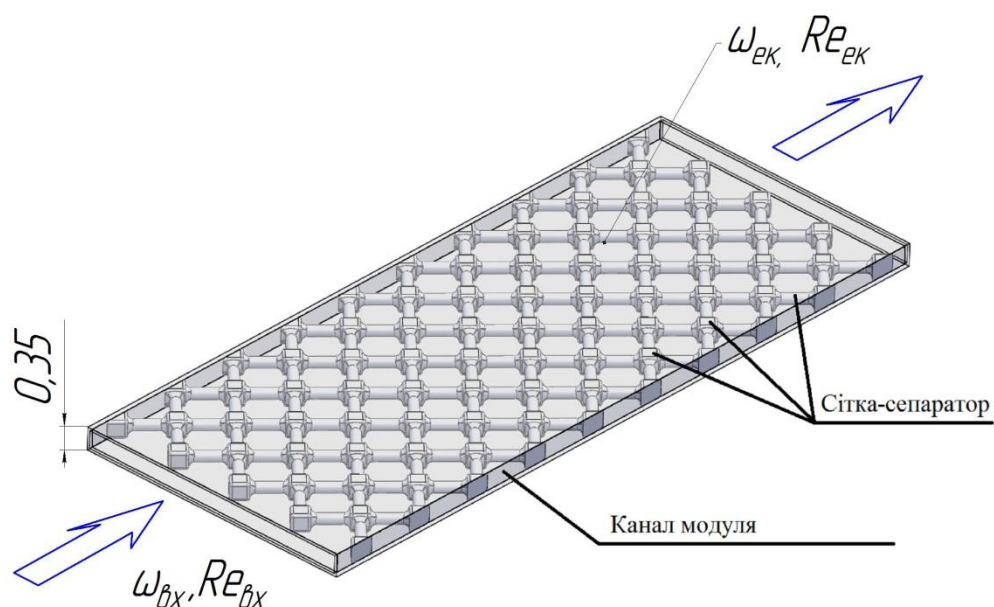


Рисунок 1.1 Модель каналу рулонованого модуля

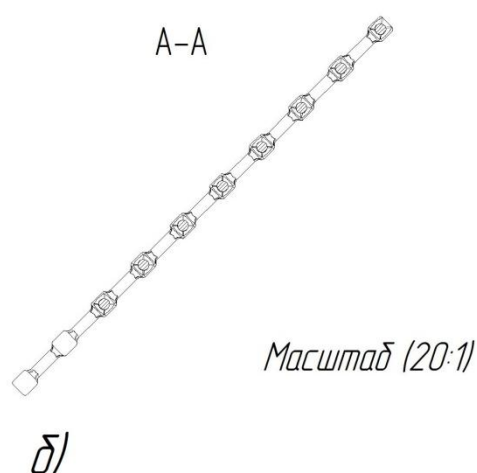
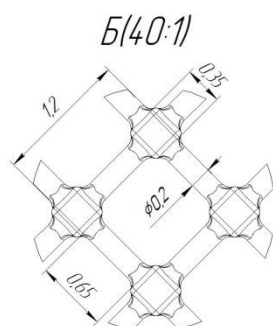
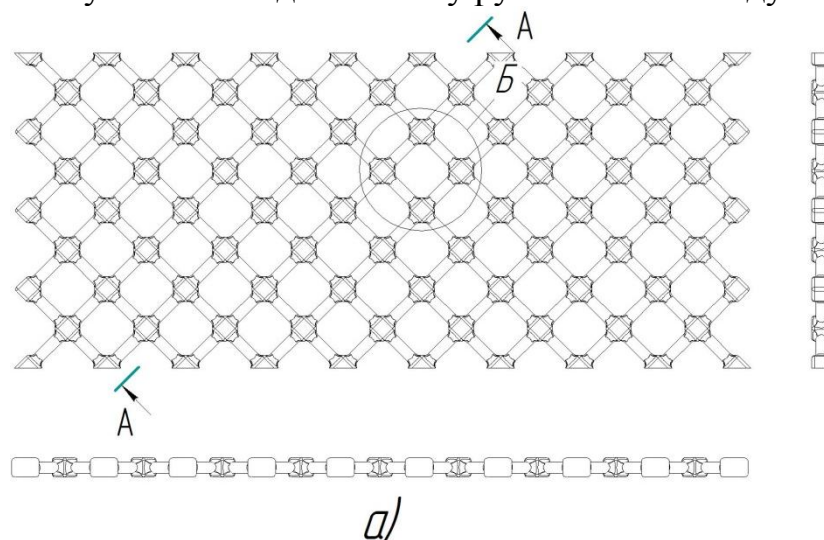


Рисунок 1.2 – Сітка-сепаратор, загальний вигляд (а), фрагмент елемента

сітки (б)

Розподіл швидкостей в каналі мембранного модуля представлено на рисунку 1.3 та 1.4.

Представлені діаграми є результатом моделювання процесу в середовищі SOLIDWORKS.

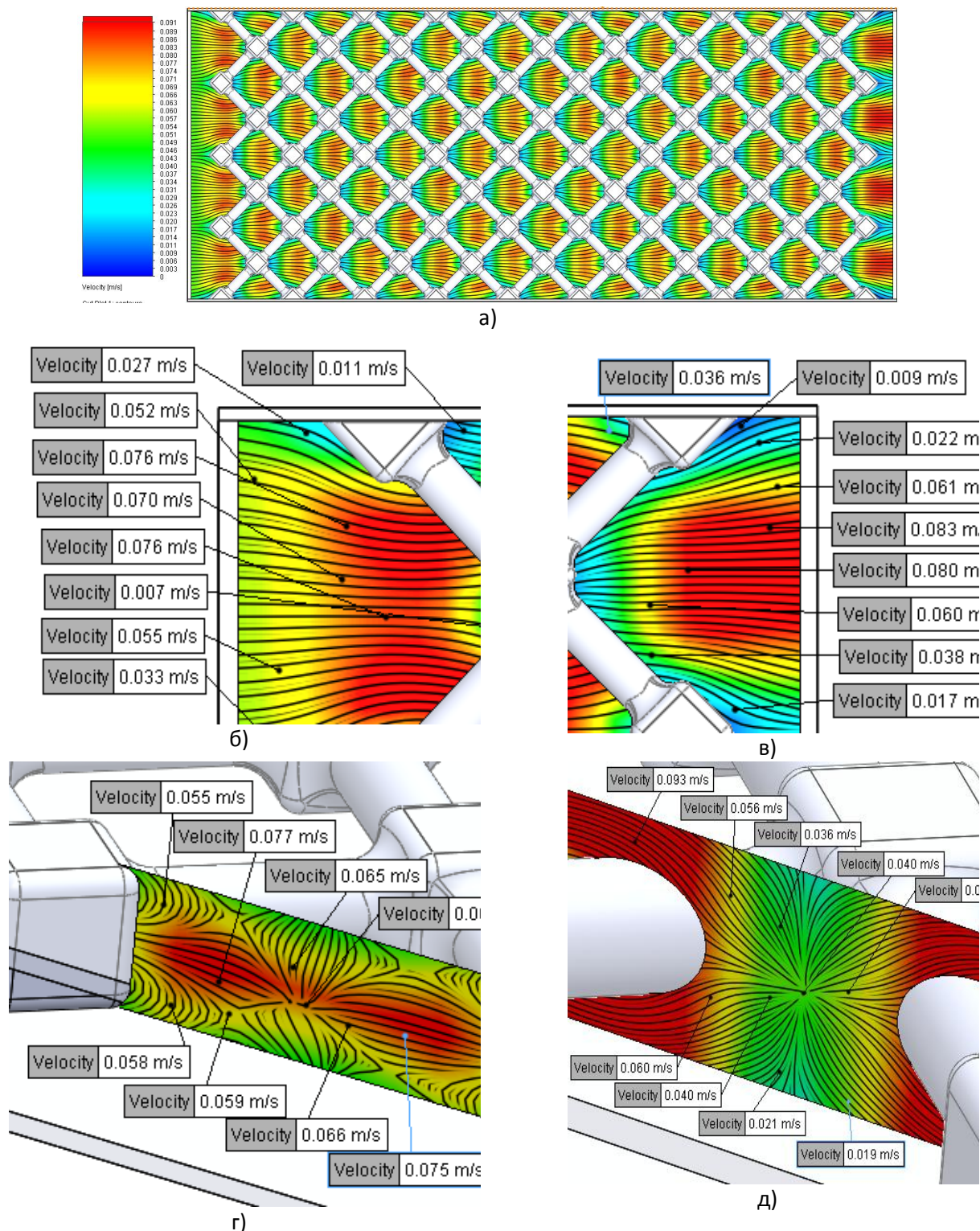


Рисунок 1.3 – Швидкість руху в каналі мембранного модуля, загальний вигляд (а), та (б), (а), (г), (д) – збільшений вигляд (поперечний)

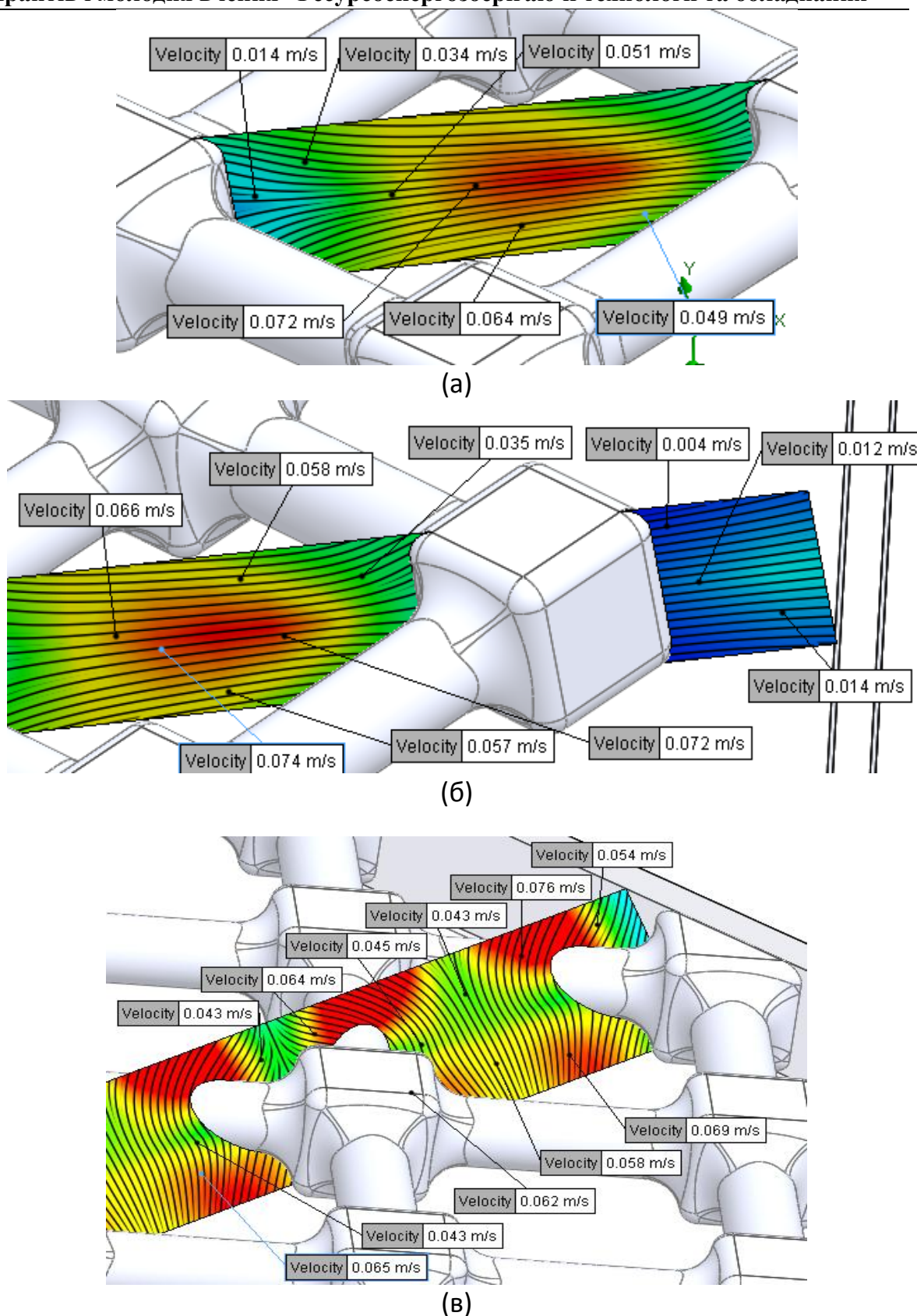


Рисунок 1.4 – Швидкість руху в каналі мембранного модуля , (а), (б),
(в) повздовжні перерізи

Результати моделювання підтверджують припущення, щодо турбулізації потоку в каналі. При цьому, локальне зростання швидкості

становлять в середньому 30-35%, що відповідає збільшенню швидкості (еквівалентна швидкість), обумовленому зменшенням об'єму каналу через наявність сітки сепаратора, що може бути виражена відповідним рівнянням.

$$w_{ек} = \frac{w_{ex}}{\varepsilon} \quad (1.4)$$

де w_{ex} – швидкість руху промивного розчину на вході в канал мембранного модуля, м/с; ε – коефіцієнт вільного простору каналу мембранного модуля.

Виходячи з результатів розподілу швидкості потоку представлених на рисунках 1.3 та 1.4 та врахувати вплив осаду в системі, то стає очевидним, що для розрахунку доцільно використовувати приведений критерій Рейнольдса. Спираючись на це, доцільно для розрахунків приймати швидкість потоку рідини на вході в канал мембранного модуля.

Однак, такого рівня турбулізації недостатньо для ефективного вилучення осаду, особливо з урахуванням наявності застійних зон в місцях імовірного накопичення осаду. Тому дані результати підтверджують доцільність застосування явища температурної кавітації для інтенсифікації процесу вилучення осаду без руйнування мембранної поверхні. Інтенсивність перенесення враховується величиною коефіцієнта перенесення маси K , який також має враховувати колоїдне подрібнення осаду.

Перелік посилань:

1. Кафаров В.В. Основы массопередачи. – 3-е изд., перера. и доп. М.: Высш. шк., 1979. – 439 с., ил.
2. Korniyenko Y., Gulienko S., Lialka M. Mathematical simulation of fouled modules regeneration // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Volume 4 – P. 481–493.

ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ СТОВПЧИКІВ КВАДРАТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

магістрант Мартиненко Я.М., к.т.н., доц. І.А.Андрєєв

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Для підвищення якості фібробетонних виробів поперечного квадратного перерізу авторами була запропонована нова конструкція віброекструдера, яка забезпечує зменшення різниці в об'ємній витраті суміші різних ділянок роздавального вікна, а бункер віброекструдера стає більш доступним для очищення [1]. При цьому бункер має змінний живий переріз по довжині.

Вирішення задачі плинності фібробетонної суміші в каналі довільного поперечного перерізу [2] дало змогу за допомогою середовища QBasic розробити програму для визначення швидкості течії в бункері віброекструдера, що пропонується.

Для перевірки адекватності математичної моделі процесу віброекструзії фібробетонних виробів був також змодельований процес віброекструзії, проведено ряд дослідів, які підтвердили теорію плинності фібробетонної суміші у модернізованому апараті.

Експериментальні показники виявили деяку відмінність від теоретичних даних (див. рисунок), проте дані відхилення знаходяться в межах похибки експериментального обладнання.

В результаті проведених дослідів було підтверджено підвищення продуктивності фібробетонної суміші в кутових зонах роздавального вікна запропонованого віброекструдера, що покращує якість виробів, а розроблений метод розрахунку процесу плинності фібробетонної суміші в каналі бункера віброекструдера дозволяє виконати необхідні параметричні розрахунки і може застосовуватися для опису процесу ізотермічного,

Збірник тез доповідей IX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
ламінарного плину будь-якої ньютонівської рідини в каналах складних поперечних перерізів.

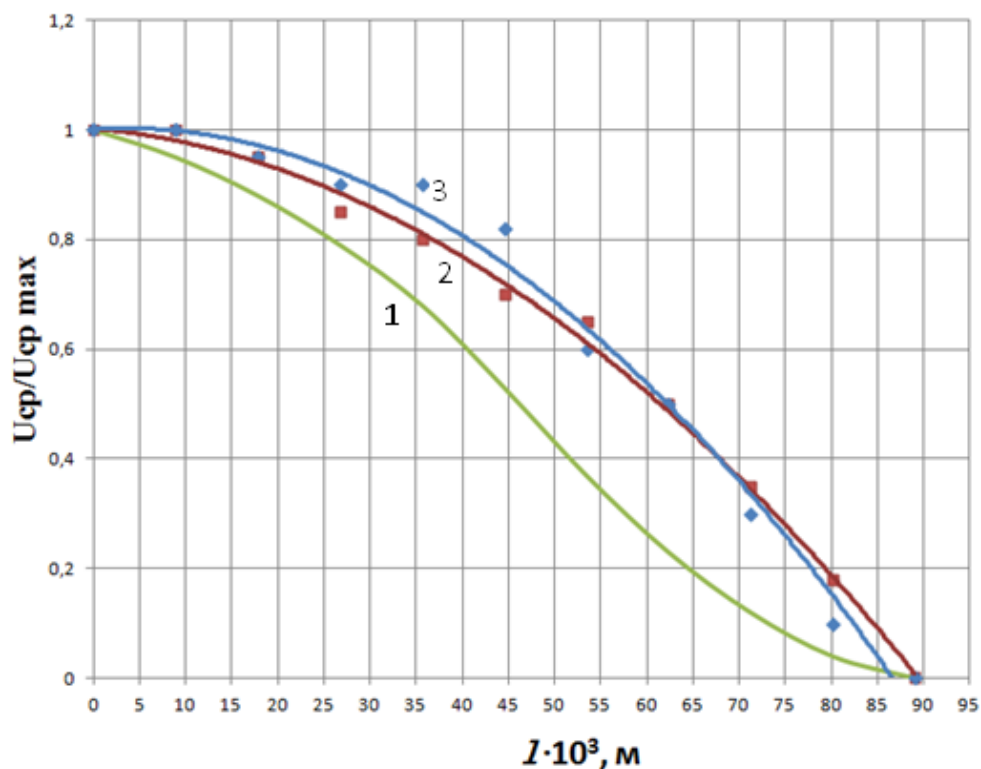


Рис.1—Розподіл відносних швидкостей на діагоналях роздавальних вікон

1 – пірамідальний канал квадратного поперечного перерізу; 2 – канал бункера віброекструдера, що пропонується (теоретична крива); 3 – канал бункера віброекструдера, що пропонується (експериментальна крива)

Перелік посилань:

1. Пат. 98351 Україна, МПК (2015.01) B28B 13/00. Віброекструдер для формування прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів / Андреев І.А., Мартиненко Я.М.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201412037; заявл. 07.11.2014; опубл. 27.04.2015, бюл. № 8.

2. *Воронін Л.Г.* Течія фібробетонної суміші в каналі віброекструдера при формуванні виробів квадратного поперечного перерізу / Л.Г.Воронін, І.А.Андреев, Я.М.Мартиненко // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: IX міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 24-26 листопада 2015 р.): тез. допов. – 2015.– С.25-26.

**РЕЗУЛЬТАТИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ
ПЕРЕМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМПЛЕКСНОГО ДОБРИВА**

магістрант Марушевський С.О., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.,

доц., к.т.н. Воронін Л.Г.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

В наші дні в світовому землеробстві використовується широкий спектр різних типів і форм добрив. Широкого застосування набули комплексні добрива, які містять два, три і більше елементів живлення (азот, фосфор, калій, мікроелементи). Залежно від способу приготування комплексні добрива можна розділити на три основних групи: складні, складнозмішані та змішані. Виготовлення комплексних добрив економічно вигідніше, оскільки в ґрунт вноситься одночасно не один елемент живлення, а кілька, в пропорціях залежних від типів ґрунту, сільськогосподарської культури та регіону.

На підготовчих етапах виготовлення комплексних добрив визначальним є процес створення однорідної суміші вихідних компонентів, так як це забезпечить високі показники продуктивності та ефективності наступних технологічних операцій та збільшить якість отриманого продукту.

Для подальшого розгляду процесу перемішування та розрахунку апарату з перемішуючим пристроєм було обрано фізичну та математичну моделі.

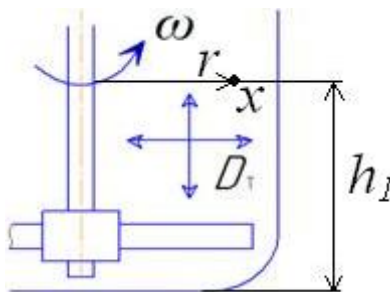


Рисунок 1 – Схема дифузійно-циркуляційної моделі переносу в апараті без перегородок

Фізична модель процесу перемішування комплексного органо-мінерального гумінового добрива (Рисунок 1) базується на дифузійно-циркуляційній моделі переносу в апараті без перегородок.

Зміна концентрацій частинок в елементарному об'ємі рідини описується рівнянням, яке відображає осадження (спливання) частинок, їх рух з конвективним потоком і перенос за рахунок турбулентної дифузії. Рівняння має вигляд:

$$\frac{\partial x}{\partial \tau} = (\omega_{\text{ос}} - \omega) \frac{\partial x}{\partial y} - D_{\tau} \cdot \frac{\partial^2 x}{\partial y^2},$$

де x – концентрація частинок в суспензії;

y – координата, м;

D_{τ} – коефіцієнт турбулентного переносу частинок, $\text{м}^2/\text{с}$;

$\omega_{\text{ос}}$ – швидкість осадження частинок під дією сили тяжіння, $\text{м}/\text{с}$;

ω – швидкість течії в напрямку осі y , $\text{м}/\text{с}$.

Рішення даного рівняння отримуємо за допомогою ЕОМ та середовища qBasik. За результатами моделювання отримуємо графік розподілу твердих частинок в розчині (Рисунок 2) в точці x (Рисунок 1):

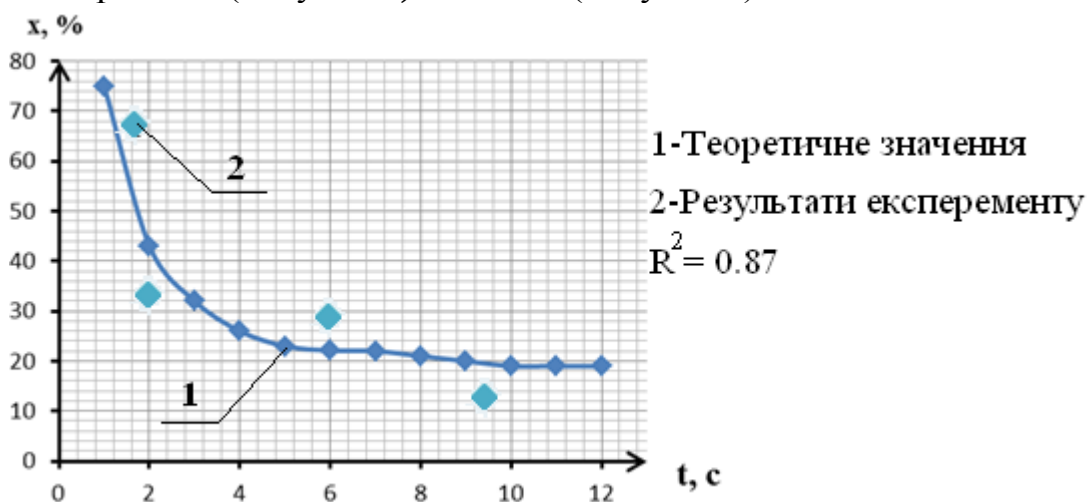


Рисунок 2 – Зміна концентрації твердих компонентів в часі

За результатами моделювання процесу перемішування та на основі експериментальних даних, було розроблено алгоритм розрахунку апарата з перемішуючим пристроєм. Надано рекомендації для оптимального проведення процесу перемішування для забезпечення високих показників якості та економічної доцільності технологічного процесу.

Перелік посилань:

1. Минеев В.Г. Агрохимия. Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. - 720 с.

2. Брагинский Л.Н. Перемешивание в жидких средах.: Изд-во «Химия», Ленинград, 1984. – 336 с.

**ПРОЦЕС ЗНЕВОДНЕННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ
У ТЕПЛОНАСОСНІЙ СУШАРЦІ З КОМБІНОВАНИМ
ТЕПЛОПІДВОДОМ**

магістрант Муляр В. П., член-кор. НАНУ,
д.т.н., професор Снежкін Ю.Ф., к.т.н., ст. наук. співр. Дабіжа Н.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одним із енергоємних процесів, що застосовується в багатьох галузях промисловості є сушіння. Так на процеси термічного зневоднення в світі витрачається біля 10% всієї енергії. Тому питанню енергозбереження в сушильній техніці в останній час приділяють значну увагу [1].

Сушіння термолабільних матеріалів найбільш доцільно реалізовувати в конвективних сушарках із застосуванням теплових насосів. Ефективність роботи теплонасосної сушарки може бути підвищена шляхом застосування додаткового нагріву за допомогою інфрачервоних нагрівачів. Енергія інфрачервоного випромінювання передається від нагрівального елементу до поверхні термолабільного матеріалу без нагріву повітря.

При використанні додаткового інфрачервоного випромінювання із застосуванням теплового насосу необхідно забезпечити інтенсивний відбір вологого повітря, так як водяна пара, що утворюється над поверхнею матеріалу, поглинає значну кількість інфрачервоних променів, знижуючи тим самим ефективність сушіння.

На рисунку 1 зображений процес комбінованого сушіння яблук із постійним інфрачервоним теплопідводом. Температура матеріалу при такому режимі перевищує гранично допустиму для термолабільних матеріалів (60°C).

На рисунку 2 зображений процес комбінованого сушіння яблук із періодичним інфрачервоним теплопідводом. Включення і виключення інфрачервоних нагрівачів відбувається з інтервалом у 1 год відповідно. Це дозволяє прискорити процес та скоротити час сушіння, а також підвищити якість продукції за рахунок зменшення часу перебування матеріалу в сушильній камері. Відбувається рух вологи до поверхні в стадії «охолодження» під дією градієнта температури.

Періодичний режим сушіння (рис. 2) потребує на 55% менше електроенергії, ніж режим із постійним інфрачервоним теплопідводом (рис. 1).

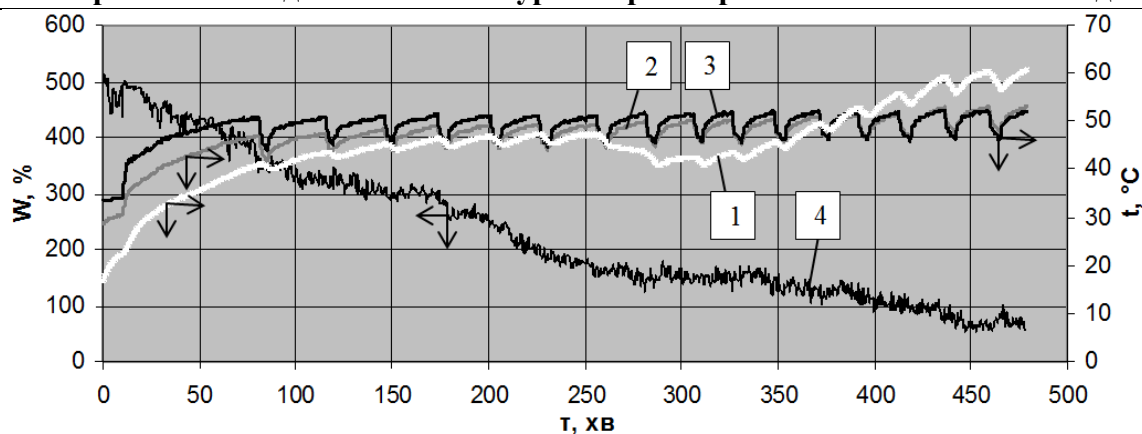


Рисунок 1 – Процес теплонасосного сушіння яблук із постійним інфрачервоним теплопідводом: 1 – температура матеріалу; 2 – температура поверхні матеріалу; 3 – температура повітря над матеріалом; 4 – крива сушіння

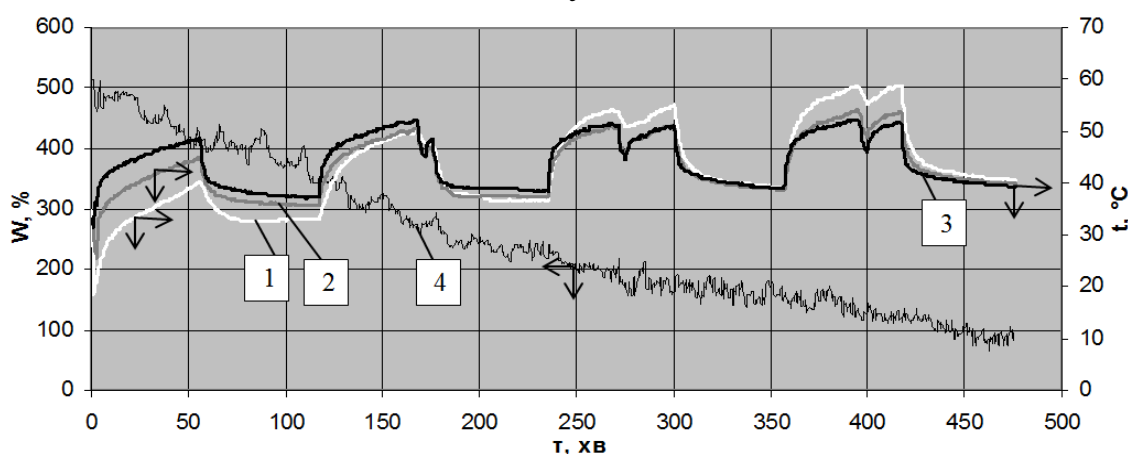


Рисунок 2 – Процес теплонасосного сушіння яблук із періодичним інфрачервоним теплопідводом: 1 – температура матеріалу; 2 – температура поверхні матеріалу; 3 – температура повітря над матеріалом; 4 – крива сушіння

Проведенні дослідження показали, що для сушіння термолабільних матеріалів, доцільною є інтеграція теплового насосу в цикл конвективної сушарки. Підвищити ефективність роботи теплонасосної сушарки та оптимізувати режими сушіння можливо шляхом застосування додаткового інфрачервоного нагріву.

Перелік посилань:

1. Снежкин Ю.Ф. Эффективность применения тепловых насосов в процессах конвективной сушки / Ю.Ф. Снежкин, Д.М. Чалаев, В.С. Шаврин, Н.А. Дабижа, К.А. Гатилов // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2007. – Вип.30.–Т.1.–С.185-189.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ В'ЯЗКОСТІ ПОЛІМЕРНОГО РОЗПЛАВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА

магістрант Овчарук І.І., к.т.н., доц. Швед М.П., інж. Швед Д.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Шестеренні насоси (НШ) які встановлені на лініях виробництва полімерної продукції визначають її загальну продуктивність, тому дослідження режимів роботи насосів є актуальною задачею.

Фактична продуктивність НШ визначається за рівнянням [1]:

$$Q_{\phi} = Q_T - Q_{BT} = 2\pi b n \left(R_B^2 - R^2 - \frac{t_0^2}{12} \right) - \sum_{i=1}^n \left[\frac{\Delta P b h_i^3}{12 \mu_i L_i} \pm \pi R_B n b_i h_i \right], \quad (1)$$

Під час перекачування насосом розплаву частина його повертається через гарантовані зазори на вхід насоса за рахунок перепаду тисків забезпечуючи змащування поверхонь тертя та надійну роботу обладнання. У нових насосах об'ємні втрати на змащування Q_{BT} , як правило, не повинні перевищувати 10% від теоретичної продуктивності Q_T . Враховуючи це, втрати на змащування можуть бути розраховані за рівнянням:

$$Q_{BT} = \frac{\Delta P b h^3}{12 \mu L} - \pi R_B n b h = 0,1 Q_T, \quad (2)$$

де ΔP - перепад тисків; h - висота зазору; b - ширина шестерень; n - частота обертання шестерень; μ – в'язкість; L – середня довжина зазору.

Проаналізувавши рівняння (2), бачимо, що за заданих геометричних параметрів насоса втрати продуктивності обумовлюються перепадом тиску, в'язкістю розплаву та частотою обертання шестерень. Допустима (критична) частота обертання шестерень, яка забезпечує 10% об'ємних втрат може бути представлена рівнянням:

$$n = \frac{\Delta P h^3}{12 \mu L \pi \left(0,2(R_B^2 - R^2 - t_0^2 / 12) + R_B h \right)}. \quad (3)$$

Як видно з рівняння (3) критичні оберти насоса є функцією в'язкості $n = f(\mu)$ й мають обернено пропорційну залежність. На основі цього були проведені дослідження шестеренного насоса типу НШ 30, у якого модуль шестерень $m = 3,5$ мм, кількість зубів $z = 16$, ширина шестерень $b = 24$ мм, а висота радіального зазору $h = 150$ мкм, на базі каскадного дисково-шестеренного екструдера які показали, що зміна в'язкості розплаву призводить до зміни швидкості обертання шестерень насоса й відповідно, до зміни фактичної продуктивності НШ. На основі отриманих даних було побудовано графіки залежності критичних обертів та продуктивності НШ від в'язкості розплаву, рисунок 1. Також на рисунку 1 зображено аналітичну криву залежності обертів від в'язкості розплаву для НШ 30 приведену авторами [2].

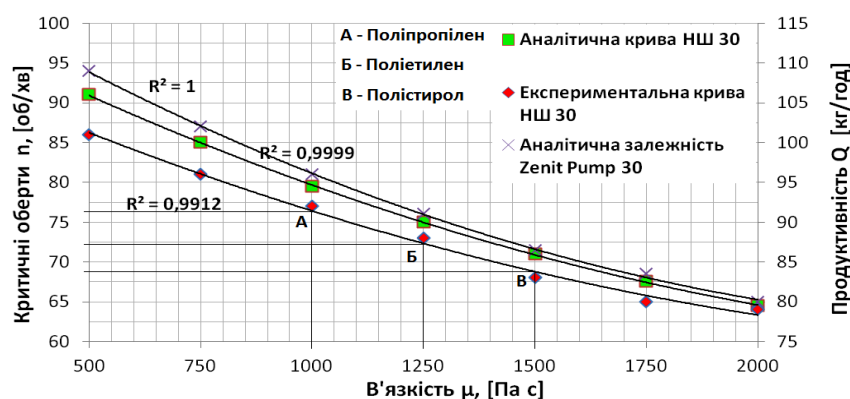


Рисунок 1 – Залежність критичних обертів та продуктивності від в'язкості

Таким чином рисунок 1 дає можливість визначити допустиму частоту обертання шестерень для полімерів з різною в'язкістю та можливу при цьому фактичну продуктивність насоса. Розбіжність між аналітичною і експериментальною кривою складає не більше 15 %, що підтверджує адекватність математичної моделі.

Перелік посилань:

1. В. О. Кузьміна, Я. М. Корнієнко, М. П. Швед, Дослідження продуктивності шестеренного насоса в лінії для виробництва рукавної плівки. / В. Кузьміна // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2012.- №1
2. Zenith Pumps [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zenithpumps.com>.

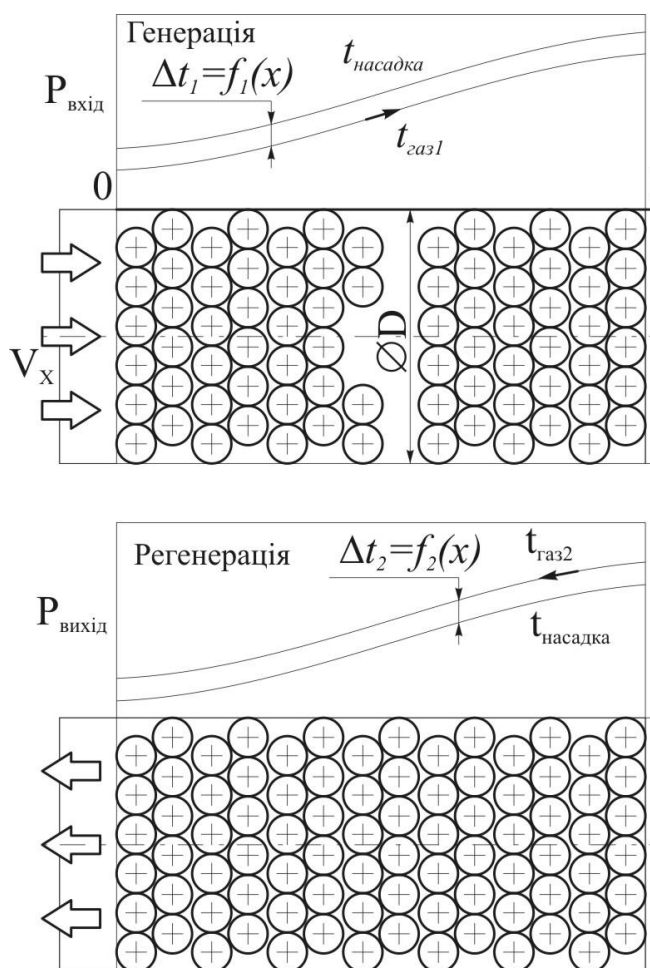
ПРОЦЕС ПЕРЕНОСУ ТЕПЛА У ГАЗОВОМУ РЕГЕНЕРАТОРІ З НЕОДНОРІДНОЮ НАСАДКОЮ

магістрант Одарчук В. В., к.т.н, ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Газові регенератори поширені у холодильній техніці, утилізації тепла димових газів, кондиціонуванні, їх застосування стає можливим при переносі тепла між потоками газів, які можуть перемішуватись у невеликій кількості, та мають однаковий тиск. Перевагою регенераторів є висока інтенсивність процесу, недоліком – періодичність роботи. Проектування регенератору ставить завдання вибору розмірів насадки, її типу та розмірів шару, рис. 1.



Основні розміри регенератору: діаметр D , довжина L . Об'ємна витрата холодного газу V_X , гарячого газу V_G . Гідравлічний опір насадки [1]:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{150\eta u(1-\varepsilon)^2}{d^2\varepsilon^3} + \frac{1,75\rho u^2}{d\varepsilon}$$

де η – коефіцієнт динамічної в'язкості газу, кг/(м·с); $u_x = \frac{4V_G}{\pi D^2}$ – середня швидкість газу м/с, визначається як об'ємна витрата, поділена на площу перетину; ε – порозність шару, визначається як відношення вільного об'єму в апараті (об'єм, який може зайняти газ) до об'єму апарату; ρ – густина

Рисунок 1 – Фізична модель процесу переносу тепла у регенераторі газу, кг/м³; d – характерний діаметр елементів насадки, м. Перенос тепла від потоку газу до окремо та одиночно встановленого елементу

насадки визначається наступним критеріальним рівнянням Нусельта, який є середнім для одного елементу насадки (сфери): $Nu_{\text{сфери}} = 2 + \sqrt{Nu_{\text{сфери}}^2 + Nu_{\text{сфери}}^2}$, де $Nu_{\text{сфери}} = 0,664 \sqrt{Re_{\psi}} \cdot \sqrt[3]{Pr}$ – критерій Нусельта у частині елемента насадки де газ рухається ламінарно; $Nu_{\text{сфери}} = \frac{0,037 Re_{\psi}^{0,8} Pr}{1 + 2,443 Re_{\psi}^{-0,1} (Pr^{2/3} - 1)}$ – критерій Нусельта у частині елемента насадки де газ рухається турбулентно; $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$; d – характерний розмір елемента насадки, м; α – коефіцієнт тепловіддачі, $Вт/(м^2 \cdot K)$; λ – теплопровідність газу, $Вт/(м \cdot K)$; $Re_{\psi} = \frac{ud}{\nu}$; ν – кінематична в'язкість газу $м^2/с$, за середньо масової температури.

Критерій Нусельта для насадки у вигляді щільно пакованого шару елементів визначається експериментально отриманою залежністю $Nu = f_{\psi} \cdot Nu_{\text{сфери}}$. Експериментально встановлено, що найбільше значення критерію Nu (наближається до значення при поодинокому встановленні елемента насадки) відповідає значенню критерію Пекле $Pe = Re_{\psi} Pr > 500 \div 1000$, або відповідає першим двом шарам щільно пакованої насадки.

Разом з тим, значна частина регенераторів у техніці глибокого охолодження виконано у вигляді широких алюмінієвих полос, зігнутих у шарі насадки, регенератори у холодильних машинах, що працюють за циклом Стірлінга виконані у вигляді шарів металевих сіток, між якими є відстань. У підсумку аналізу літературних джерел можна зробити **висновок** про практичну доцільність використання неоднорідної по довжині регенератора насадки, що підвищує ефективність переносу тепла при зменшенні гідравлічного опору насадки. Визначення залежностей для розрахунку регенераторів з таким типом насадки є важливим.

Перелік посилань:

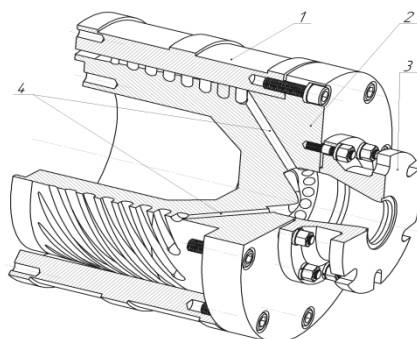
1. Справочник по теплообменникам: в 2-х т. Пер. с англ. под ред. О. Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатмиздат, 1987. – 352 с.: ил.

ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ З ПОЛІЕТИЛЕНУ

магістрант Олексієвець В. Ф., к.т.н., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Трубні головки з гвинтовим розподіленням розплаву найбільш поширені при виробництві багат шарових труб, труб великого діаметру, рис. 1. Недоліком конструкції є значний гідравлічний опір.



1 – корпус головки; 2 – дорнотримач з гвинтовим розташуванням каналів течії розплаву; 3 – адаптер під'єднання головки до екструдера; 4 – радіальні канали живлення гвинтових канавок дорнотримача

Рисунок 1 – Конструкція трубної головки з гвинтовим розподілом розплаву

Виробництво труб великого діаметру з поліетилену HDPE має наступні технологічні особливості:

1. Розплав рухається повільно, напруження на стінках каналів незначні, проковзування мінімальне, – поверхня стінок каналів має бути гладкою, без різких розширень/звужень.

2. У пристінному шарі розплав поліетилену перебуває тривалий час, при цьому в результаті термічної деструкції виникають вільні радикали, що може привести до утворення "нагару" на стінках, – бажано забезпечити температуру розплаву після екструдера не більше 220°C.

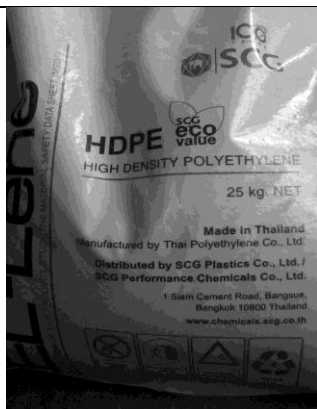


Рисунок 2 – Технологічні випробування нової марки поліетилену при виробництві труб великого діаметру з $SDR > 30$.

Нерівномірність товщини стінки труби, що екструдуюється, можна записати у вигляді:

$$\frac{\max(\overline{W}_{zc}(\varphi_c)) - \min(\overline{W}_{zc}(\varphi_c))}{\overline{W}_{zc}(\varphi_c)} \leq A,$$

де $\max(\overline{W}_{zc}(\varphi_c))$ та $\min(\overline{W}_{zc}(\varphi_c))$ – максимальна та мінімальна середні по товщині зазору швидкості розплаву на виході з гвинтової частини головки, м/с; $\overline{W}_{zc}(\varphi_c)$ – середня по товщині зазору та периметру швидкість розплаву на виході з гвинтової частини головки, м/с.

За результатами роботи визначені основні технологічні параметри роботи лінії, запропоновані конструктивні рішення. Літературний огляд визначив підходи до моделювання течії розплаву у гвинтових каналах [1].

Висновок: формуюча головка для виробництва труб великих діаметрів є нестандартним обладнанням, конструювання трубної головки вимагає створення методики розрахунку з врахуванням технологічних особливостей виробництва.

Перелік посилань:

1. Peter Fisher, Troisdorf "Werkzeuge für Mehrschichttröge" KU Kunststofftechnik Europa. 8/2001 Vol.91.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМОВОЛОГІСНОЇ ОБРОБКИ ГІДРОСИЛІКАТНОГО ДИСПЕРСНОГО ЗАПОВНЮВАЧА

магістрантка Мурзак М. С., к.т.н., доц. Собченко В. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Інститут газу НАН України

Науковий прогрес людства в сучасних умовах залежить від розроблення та впровадження енергоефективних та екологічних технологій. Гостро постає питання щодо вдосконалення існуючих технологій виробництва теплоізоляційних матеріалів з метою отримання матеріалів з покращеними споживчими властивостями та зниження енерговитрат на виробництво одиниці продукції.

Переважну більшість пористих заповнювачів отримують з великими витратами енергоресурсів. Перспективним при виробництві штучних пористих заповнювачів є використання гідросилікатів, що мають невисоку температуру спучування для забезпечення економії паливно-енергетичних ресурсів при виробництві теплоізоляційних матеріалів. Тому важливо вдосконалювати низькотемпературні технології виготовлення спучених гідросилікатів[1, 2].

Фізична модель термообробки пористих тіл характеризується наступними етапами:

- 1) сушка в періоді постійної швидкості (видалення вільної води);
- 2) розігрів частинки до температури шару, $t_{ш}$;
- 3) сушка в періоді падаючої швидкості (видалення зв'язаної води).

Наближена фізична модель описує процес теплообміну в сферичній гранулі, що зображена на рисунку 1.

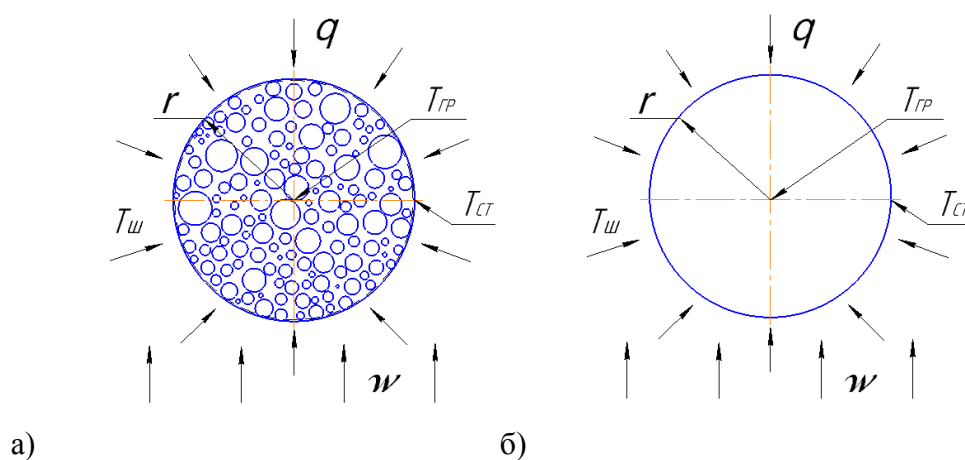


Рисунок 1 – Схема моделі нагріву:

а) реальної гранули; б) сферичної ідеальної гранули

Приймаємо такі припущення: форма гранули – сферична, радіусом $r = d_e/2$, матеріал гранули є однорідним. В початковий момент часу сферичну гранулу розміщують в середовище з постійною температурою $T_{\text{ср}} > T_{\text{ср}0}$. Гранула є твердим тілом однакового складу по всьому об'ємі. Підведення тепла здійснюється рівномірно по всій поверхні гранули.

Розподіл температури в межах фронту випаровування $0 \leq r \leq k$ описується рівнянням нестационарної теплопровідності:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$

Час проходження, як розрахунок часу випаровування вільної вологи в режимі постійної швидкості сушки, який зводиться до рівняння стаціонарного теплообміну вологої частки з температурою 100°C в нагрітому псевдозрідженому шарі [3]:

$$\tau_1 = 1,6 \cdot 10^3 \frac{d_e}{\alpha(t_{\text{ср}} - 100)}$$

Час розігріву частинки: $\tau_2 = Q_2 / (\alpha_{\text{к.к.}} \cdot F_{\text{ч}} \cdot \Delta t_2)$,

де Δt_2 – різниця температури псевдозрідженого шару і середньої температури частки на першому етапі.

Час сушки в періоді падаючої швидкості: $\tau_3 = Q_3 / (\alpha_{\text{к.к.}} \cdot F \cdot \Delta t_3)$,

де Δt_3 – різниця температур псевдозрідженого шару і поверхні частки на третьому етапі.

В основі будь-якої системи управління лежить математичний опис процесу. У роботі буде розглянуто процес сушіння, як об'єкт можливого моделювання та математичного опису складних фізичних явищ тепломасопереносу.

В подальшому плануються дослідження для удосконалення даної фізичної та математичної моделей, що будуть проводитись в Інституті газу НАН України.

Перелік посилань:

1. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Кочевих М. О. Заповнювачі для бетону: Підручник.— К.:ФАДА, ЛТД, 2001.-399 с.:іл. — Бібліогр.: с.379-386.

2. Мурзак М. С., к.т.н. Собченко В.В., Технологічна лінія отримання штучного гідросилікатного дисперсного заповнювача //Збірник тез доповідей IX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсозберігаючі технології та обладнання» - 2015 - с. 52-53.

3.Лыков А. В., Теория сушки. М.: «Энергия», 1968, 472 с.

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ СИРОВИНИ
РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.**

магістрант Пашенько М.А., доц., к.т.н. Корінчук Д.М.

Національний технічний університет України «КПІ»

Інститут технічної теплофізики НАН України

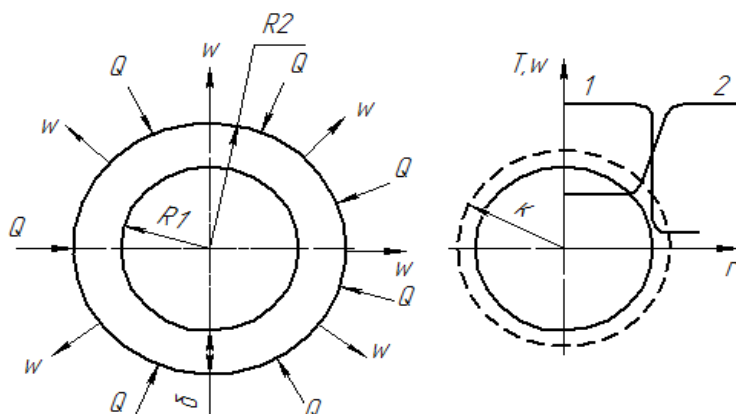
Дослідження сушіння торфу та біомаси як будь якого пористого тіла пов'язане з вирішенням досить складної задачі руху двофазної газорідинної суміші при наявності фазового переходу[1, 2]. Задача ускладнюється через залежність коефіцієнтів в рівнянні руху від температури вологості торфу, також необхідно враховувати кінетику фазового перетворення, і міжфазового теплообміну, капілярних явищ, які викликають перетікання рідини із великих пор в малі, а також переходу хімічно зв'язаної рідини в вільний стан. Узагальнена теорія сушіння для такої системи відсутня, а вирішення складної системи диференціальних рівнянь математичної моделі, можна отримати лише в деяких випадках.

Для розробки спрощеної математичної моделі прийнято вважати частинки торфу сферичної форми, а біомаси – циліндричної, або пластинчастої форми. Остаточно фактор форми частинок буде визначено експериментально шляхом порівняння процесів сушіння сферичних, циліндричних та пластинчастих частинок і частинок в натуральному стані. Порівняння кінетичних кривих сушіння дозволить розробити адекватну математичну модель.

На рисунку 1 зображена наближена модель процесу сушіння сферичних частинок торфу, зміна температури і вологості по радіусу гранули, а також потоки тепла і вологості. Основні припущення що лягли в основу моделі сушіння:

– кількість випареної вологості пропорційна кількості теплоти підведеної до частинки;

— в процесі сушіння спостерігається переміщення фронту випаровування причому вологовміст вологої частини зразка не змінюється.



1 – крива вологовмісту; 2 – температурне поле

Рисунок 1 – Схема моделі процесу сушіння сферичної гранули в початковий і поточний момент часу

Розподіл температури в межах фронту випаровування $0 \leq r \leq k$ описується рівнянням нестационарної теплопровідності:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2 \cdot \partial T}{r \cdot \partial r} \right)$$

Для удосконалення даної математичної моделі в подальшому плануються дослідження, що будуть проводитись в ІТТФ НАН України.

Перелік посилань:

1. Модель высокотемпературной сушки сферических торфяных частиц и ее экспериментальное подтверждение / Ю.Ф. Снежкин, Д.Н. Коринчук // Промышленная теплотехника. — 2004. — Т. 26, № 6. — С. 134-137. — Библиогр.: 6 назв. — рос.
2. Фізична та математична модель процесу прогріву деревини/ Степчук І.В., Степанюк А. Р., Воронін Л. Г., Корінчук Д. М.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ
КОМБІНОВАНОЇ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ
ЗНЕВОДНЕННЯ МЕТОДОМ СИНХРОНОГО ТЕПЛОВОГО АНАЛІЗУ**

магістрант О.В. Перепеличний¹,

д-р техн. наук, гол. наук. співр. Петрова Ж.О.¹

1 – Національний технічний університет України

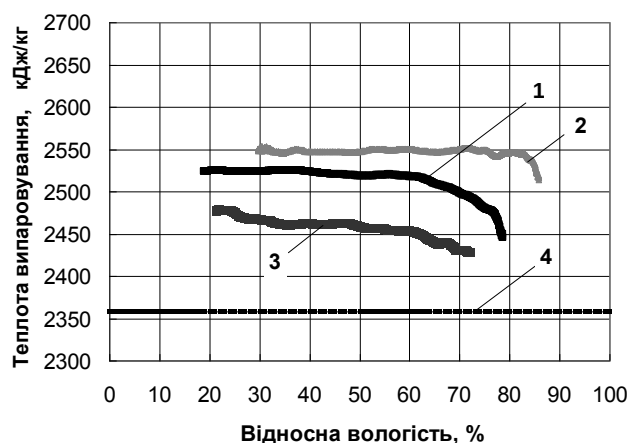
"Київський політехнічний інститут"

2 – Інститут технічної теплофізики НАН України,

Столовий буряк є важливою сировиною для виробництва багатьох овочевих консервів, в тому числі для дієтичного та лікувально-профілактичного харчування. Але основною проблемою при його переробці залишається зберігання природного кольору, навіть після термічної обробки. Недоліками існуючих способів переробки столового буряку є значні втрати біологічно активних речовин (від 20 до 80 %).

Для проведення досліджень використовували паренхімні тканини столового буряку, лимону подрібнені на шматочки, та їх функціональні суміші. Для визначення питомих витрат теплоти на випаровування вологи використано диференціальний мікрокалориметр випаровування ДМКИ-01, [1].

Аналізуючи результати збереження бетаніну можна зробити висновок, що сушіння композицій при температурі 60°C є оптимальним за якісними показниками [2]. Результати дослідів представлено на рисунку 1. З рисунка 1 бачимо, що теплота випаровування вологи з буряково-лимонної суміші приблизно на 4...5% більша від теплоти випаровування чистої води та на стільки ж менша від теплоти випаровування вологи з буряку та лимону окремо. Змішування шматочків подрібнених тканин буряку з шматочками ревеню та лимону, на нашу думку, призводить до змін в хімічному складі компонентів композиції та руйнуванню клітинних оболонок під впливом органічних кислот.



$$t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}, v = 0,4\text{ см/с}, d = 6,5\text{ г/кг}$$

1 – буряк; 2 – лимон; 3 – буряк-лимон(3:1); 4 – вода

Рисунок 1

Висновки.

Питомі витрати теплоти на випаровування води з розроблених антиоксидантних рослинних композицій на основі буряку з додаванням лимону на 4...5% менші, ніж для вихідних компонентів. Відбувається зменшення питомої теплоти випаровування води з суміші різних речовин завдяки змінам в рослинних тканинах вихідних компонентів і утворенню на стадії попередньої обробки принципово нового матеріалу для сушіння.

Перелік посилань

1. Патент України 84075 МПК С12С 1/00. Калориметричний пристрій для визначення питомої теплоти випаровування вологи і органічних рідин з матеріалів / Снежкін Ю.Ф., Декуша Л.В., Дубовікова Н.С., Грищенко Т.Г., Воробйов Л.Й., Боряк Л.А.; заявник і патентовласник Інститут технічної теплофізики НАН України. - № а 200613266; заявл. 15.12.2006; опубл. 10.09.2008; Бюл. № 17 - 10 с.

2. Петрова Ж.О., д.т.н., пров. наук. співр., Снежкін Ю.Ф. чл.-кор. НАН України, д.т.н., професор, Самойленко К.М. мол. наук. співр. Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ УДК 664.8.047.014 Дослідження теплоти випаровування вологи з бетаніновмісної рослинної сировини в процесі зневоднення методом синхронного теплового аналізу

ПРОЦЕС КАЛІБРУВАННЯ ТРУБ З ПОЛІПРОПІЛЕНУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Фізична модель описує процес калібрування труби. В основу фізичної моделі покладені граничні умови першого і четвертого роду, початкова умова – температура розплаву. Розв'язання моделі, рисунок 1, дозволяє отримати товщину плівки, затверділого розплаву, як функцію довжини калібру.

Кристалізація полімеру викликає усадку γ і плівка зменшується в розмірі. Для компенсації деформації існує тиск, $P_\gamma(x)$, який запобігає деформації плівки, рисунок 2.

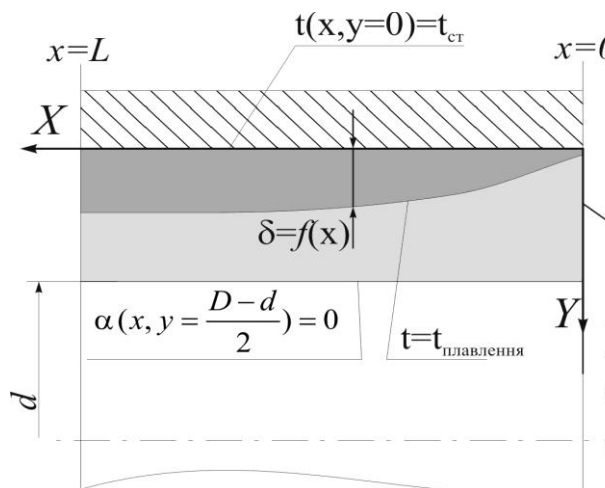


Рисунок 1 – Фізична модель процесу охолодження трубної заготовки

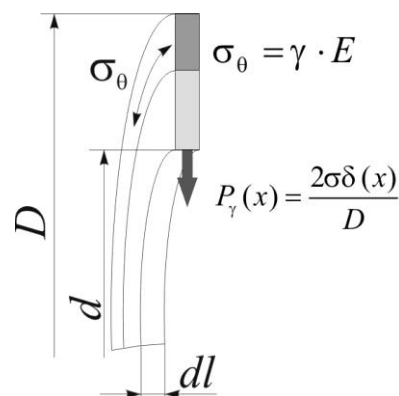


Рисунок 2 – Фізична модель процесу усадки трубної заготовки при кристалізації

На трубну заготовку діє: атмосферний тиск з середини труби, зовнішній тиск зі сторони калібруатора, тиск викликаний усадкою полімеру, що кристалізується, рисунок 3. Результуюча тисків притискає трубну заготовку до стінки калібру, що викликає силу тертя, рисунок 4. Математичну модель сформульовано в систему 1, результатом розв'язання є $P_{\text{едада}}(x)$. Якщо перевищення тиску зі сторони калібру (малий вакуум), викличе відрив трубної заготовки від стінки калібру, розплавлення плівки та

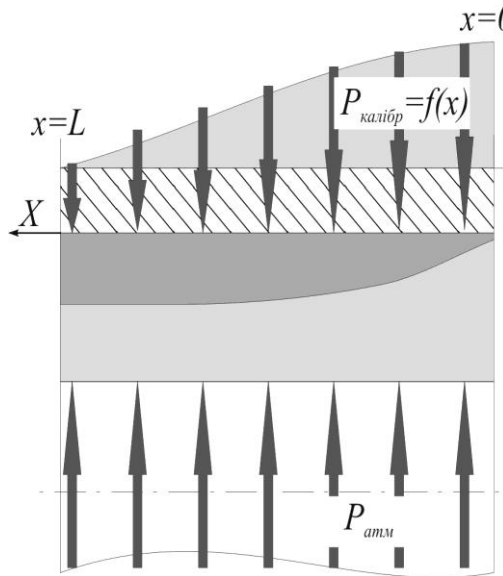


Рисунок 3 – Схема дії тиску на трубну заготовку

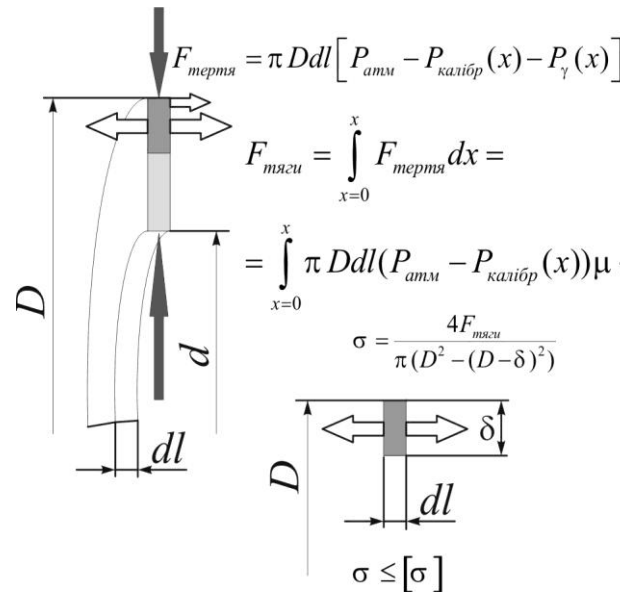


Рисунок 4 – Схема дії сил тертя на трубну заготовку та напруження, які виникають у матеріалі від сил тертя та діють у закристалізованій частині трубної заготовки

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta(x) = f(x) \\ P_{\gamma}(x) = \frac{2\sigma\delta(x)}{D} \\ F_{\partial \partial \partial \partial \partial \partial}(\partial) = \pi D dl [P_{\partial \partial \partial \partial \partial} - P_{\partial \partial \partial \partial \partial \partial}(x) - P_{\gamma}(x)] \mu \\ [P_{\partial \partial \partial \partial \partial} - P_{\partial \partial \partial \partial \partial \partial}(x) - P_{\gamma}(x)] \geq 0 \\ F_{\partial \partial \partial \partial \partial}(\partial) = \int_{x=0}^x F_{\partial \partial \partial \partial \partial \partial}(\partial) dx = \int_{x=0}^x \pi D dl [P_{\partial \partial \partial \partial \partial} - P_{\partial \partial \partial \partial \partial \partial}(x) - P_{\gamma}(x)] \mu \cdot dx \\ \sigma = \frac{4F_{\partial \partial \partial \partial \partial}}{\pi(D^2 - (D - \delta)^2)} \\ \sigma \leq [\sigma] \end{array} \right. \quad (1)$$

Зменшення тиску зі сторони калібру (великий вакуум) збільшить силу тертя і закристалізованої плівка порветься, якщо вона не достатньо груба.

Перелік посилань:

1. [http://www.conpro.de/www/index.php?article_id=82 &clang=02](http://www.conpro.de/www/index.php?article_id=82&clang=02) від 18.02.2016 р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ ПОТУЖНОСТІ ПРИ СУХОМУ ТЕРТІ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

магістрант Поліщук М.О., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

станнім часом широкого застосування в промисловості набули плівкові апарати з поверхнею та ротором, що обертається. Плівкові процеси набули широкого розповсюдження завдяки незначному термічному опору, малому часу перебування продукту в апараті та інтенсивному перенесенню теплоти і маси [1].

Важливе місце при дослідженні теплообмінної апаратури відводиться вивченню гідродинамічних особливостей тепломасообмінних процесів, які протікають в апаратах з неметалевих стерильних матеріалів та покриттів (скло, емаль, кераміка, полімери) [2].

Через складність вивчення гідродинаміки як висхідного так і нисхідного потоку в роторно-плівковому апараті недостатньо теоретичних та експериментальних даних, що не дозволяє в теперішній час провести достатньо повний аналіз умов роботи плівкових апаратів.

Однією з величин для повного розрахунку РПА є визначення потужності, яка витрачається на розподілення та перемішування рідини лопатями ротора. Потужність є важливою характеристикою гідродинаміки роторно-плівкового апарата і може бути використана для опису процесів переносу в плівці рідини.

Були проведені експерименти по визначенню потужності при сухому терті в роторно-плівковому апараті.

Дослідження проводились на експериментальній установці роторно-плівкового апарата з шарнірним кріпленням лопатей. Частота обертання ротора в апараті становить 0-700 об/хв. Лопатки ротора виготовлені з фторопласту марки Ф4, в даному роторно-плівковому апараті встановлено 60 лопаток. Внутрішній діаметр корпуса апарата становить 0,05 м та його

робоча довжина 0,595 м, поверхня нагрівання складає 0,1 м². Корпус роторно-плівкового апарата виготовлений зі скла х/л типу ТУ ГОСТ 9111-59.

Особливістю даної установки є її антикорозійне стерильне виготовлення. Дослідна установка виконана з матеріалів, що дозволяють проводити дослідження гідродинаміки, масообміну тепла при обробці стерильних, особливо чистих, медичних, харчових, хімічноагресивних і інших продуктів.

В результаті експериментальних досліджень була виведена залежність потужності від кутової швидкості. Залежність показана на рисунку 1.

Побудувавши відповідні залежності дослідної та теоретичної потужності від кутової швидкості (рисунок 1), було зроблено висновок, що експерименти були проведені доцільно.

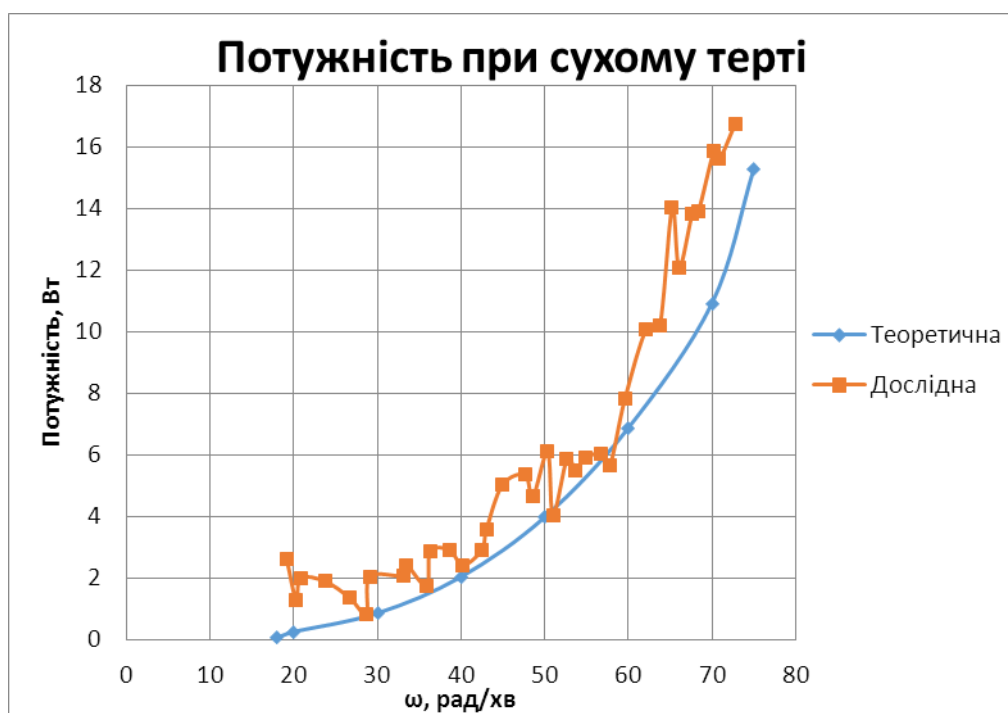


Рисунок 1 – Залежність потужності при сухому терті

Перелік посилань:

1. Соколов В.Н., Яблокова М.А. Аппаратура микробиологической промышленности.- Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988 - 278с.: ил.
2. Василюк И.М., Сабуров А.Г. Роторные пленочные аппараты в пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1989. - 136 с.: ил.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРАНУЛ В ДИСМЕМБРАТОРІ

магістрант Попович А.Г., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У наш час покращення стану ґрунту відбувається шляхом використання хімічних добрив. Найбільш популярними є добрива на основі нітратів та фосфатів.

Найбільш зручними у використанні є добрива у вигляді гранул з діаметром 2–5мм. Вони формуються у грануляторі. Частинки з більшим діаметром відбираються на ретурн і подаються в дисмембратор, де утворюються нові центри грануляцій.

Для дослідження процесу подрібнення гранул в дисмембраторі була підібрана фізична модель, складена та вирішена математична модель [1].

$$m \cdot \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} = -P_d, \quad (1)$$

Математична модель яка описує абсолютно пружне зіткнення пальця дисмембратора та гранули була доповнена вірогідністю зіткнення робочого органу дисмембратора та продукту.

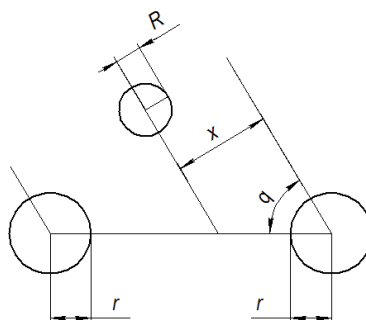


Рисунок 1 – Вірогідність зіткнення гранули з пальцем дисмембратора

$$P(A) = \begin{cases} \frac{2(R+r)}{l \sin \alpha} & \text{при } R+r \leq \frac{1}{2} \sin \alpha \\ 1 & \text{при } R+r \geq \frac{1}{2} \sin \alpha \end{cases} \quad (2)$$

При початкових та граничних умовах:

$$0 \leq x \leq \frac{1}{2} \sin q \quad (3)$$

$$0 \leq x \leq R + r \quad (4)$$

Визначення параметрів цих рівнянь дозволяє описувати зміну затраченої енергії і потужності на подрібнення у залежності від будь-яких варіантів проведення процесу.

Розрахунки, що проведені у роботі дають змогу побудувати графік залежності потужності від частоти обертання ротора рисунок 2.

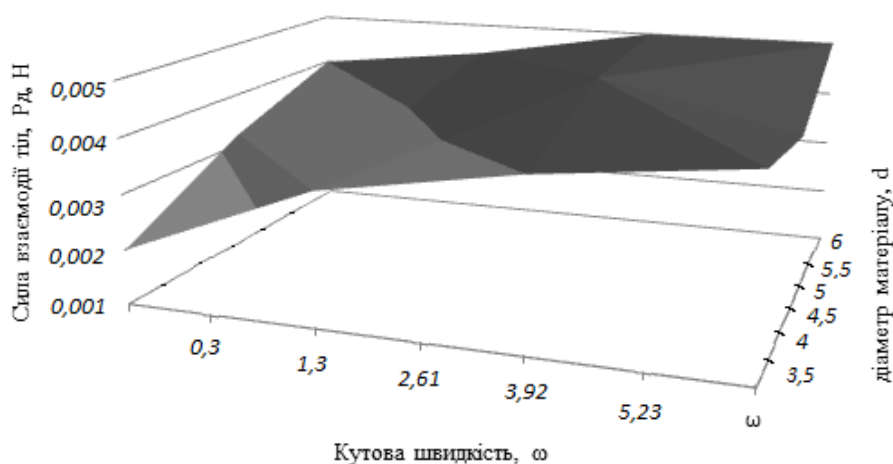


Рисунок 2 – Залежність сили взаємодії тіл від кутової швидкості та діаметра матеріалу

Із збільшенням кутової швидкості та збільшенням діаметру матеріалу зростає сила взаємодії між тілами при цьому спостерігається зменшення продуктивності дисмембратора, що пояснюється зниженням насипної щільності із зростанням розміру часток сировини.

Перелік посилань:

1. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учеб. пособие для вузов./В.В.Кафаров., М.Б. Глебов- М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.
2. Барабашкин В.П. Молотковые и роторные дробилки [Текст]/ В.П. Барабашкин – М.: Недра, 1972. – 144 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОДИНАМІКИ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

магістрант Столітня Н.В., ст. викл., к.т.н. Целень Б.Я.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

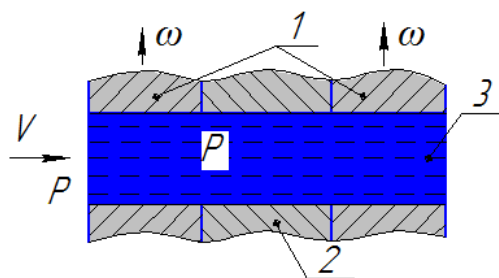
У харчовій, переробній, хімічній та фармацевтичній промисловості для інтенсифікації процесів перемішування, емульгування, змішування, диспергування та гомогенізації гетерогенних систем ефективно використовуються роторно-пульсаційні апарати (РПА) циліндричного типу, що являють собою систему нерухомих та обертових перфорованих циліндрів. Експериментальні дослідження з використанням механізмів і методів дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) передбачають ініціювання потужності імпульсної енергетичної дії на мікрооб'єкт. Застосування обладнання, що реалізує принципи ДІВЕ, призначене для структурних перетворень в рідинних системах на мікро і нано рівні з метою зміни їх фізико-хімічних параметрів, інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів. Суть методу ДІВЕ полягає в тому, що енергія, яку вводять в апарат, розподілена дискретно по всьому робочому об'ємі системи, і в кожному елементі об'єму виділяється ефективна питома потужність у вигляді коротких імпульсів, тобто дискретно в часі [1].

Найефективнішим механізмом спрямованого впливу на перебіг нанопроцесів у супрамолекулярних структурах і біологічних об'єктах є кавітація. Саме ініціювання кавітаційних механізмів уможливорює створення високоамплітудних енергетичних імпульсів з тривалістю кілька наносекунд і дає змогу концентрувати енергію таких імпульсів у дискретних локальних зонах нанометрових розмірів [2].

Фізична модель процесу визначення гідравлічного опору апарату.

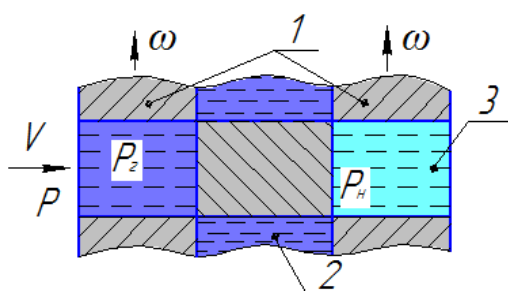
Гідравлічний опір РПА можна описати за допомогою рисунків 1 та 2.

На рисунку 1 зображено відкритий канал 3, в якому рухається рідина зі швидкістю V . Тиск в каналі 3 дорівнює тиску набігаючого потоку P .



1 – ротори; 2 – статор; 3 – канал.

Рисунок 1 – Рух потоку через відкритий канал до утворення кавітації



1 – ротори; 2 – статор; 3 – канал.

Рисунок 2 – Рух потоку через закритий канал

На рисунку .2 зображено перекритий канал 3. Перекриття досягається обертовим рухом роторів 1 відносно статора 2. В каналі перед статором миттєво збільшується тиск P_r , що призводить до ефекту під назвою гідроудар. Таким чином рідина, що знаходиться в каналі, буде виконувати коливальні рухи, які в силу гідравлічних опорів і в'язкості, поглинають первісну енергію рідини на подолання тертя. На основі гідравлічного удару розроблені пристрої для підйому води, стиснення повітря, інтенсифікації процесу та ін.

Перелік посилань:

1. Долинский А.А. Дискретно-импульсный ввод энергии / Долинский А.А., Басок Б.И., Накорчевский А.И., Шурчкова Ю.А. – К.: ИТТФ НАН Украины, 1996.– 196 с.
2. Долінський А.А., Авраменко А.О., Іваницький Г.К. Використання механізмів і методів ДІВЕ для керування кінетикою перебігу нанорівневих процесів/ /Інститут технічної теплофізики НАН України.–2013.–№8.–С.47.

ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА МОДИФІКОВАНІ СОНЯШНИКОВОЮ ЗОЛОЮ

магістрант Турко С.О., д.т.н., проф. Корнієнко Я.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В теперішній час в українському виробництві добрив, частка фосфорно-калійних складає приблизно 3% [1], тому в зв'язку з гострим дефіцитом калійно-фосфорних добрив в Україні суттєво збільшуються ризики виснаження ґрунтів при вирощуванні сільськогосподарської продукції і особливо ефірно-олійних культур. Для протидії цим негативним явищам, необхідно створити комплексні гранульовані органо-мінеральні добрива які б містили мінеральні поживні речовини NPK, розкислюючі домішки та гумінові речовини.

В якості азотовмісних речовин можна застосовувати розчини сульфату амонію, що утворюються при виробництві капролактаму, а це приблизно 400 тис.м³ розчинів сульфату амонію (NH₄)₂SO₄ [2].

В якості фосфорно-калійних речовин можна застосовувати золу соняшника, яку отримують в результаті спалювання лушпиння яке є побічним продуктом при виробництві соняшnikової олії, що становить 31,2 тис.т/рік [3]. Основні компоненти, що входять до складу соняшnikової золи, складають 93,67% від загальної маси, табл. 1 , решта (6,33%) – Zn, С, Со, Мп, Fe, Мо [4].

Таблиця 1 – Хімічний склад соняшnikової золи

Хімічні сполуки	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅
мас.%	31,40	19,07	18,58	13,68	10,94

Тому розробка способу для одержання органо-мінеральних добрив з пошаровою структурою та рівномірним розподіленням компонентів є актуальною.

Гранулювання водяного розчину соняшникової золи можна здійснювати у обертових барабанних грануляторах, однак через відсутність азотовмісних компонентів та гумінових речовин ефективність їх застосування зменшується, усунути вище зазначені недоліки можна шляхом пресування шихти, до складу якої, окрім соняшникової золи, вже додається сульфат амонію та гумінові речовини, проте у такому випадку розподілення компонентів відбувається на макрорівні і готовий продукт має малу міцність та велику здатність до злежування.

Відповідно для реалізації цього способу, найбільш ефективною є техніка псевдозрідження, при якому термічний коефіцієнт досягає більше 50%.

Ефективність процесу залежить від гідродинамічного режиму з урахуванням особливості масообміну при масовій кристалізації, тому дослідження гідродинамічного режиму псевдозрідження, що забезпечує інтенсивну циркуляцію матеріалу в шарі при відсутності застійних зон в газорозподільному пристрої (ГРП), дозволяє суттєво підвищити енергоефективність та використовувати теплоносій з температурою, що значно перевищує температуру плавлення компонентів.

Тому дослідження гідродинамічного режиму псевдозрідження та розробка відповідної конструкції ГРП є актуальною.

Перелік посилань:

1. Міграція біогенних елементів з ґрунту за різних систем удобрення/ Т.Б.Мілютенко, О.А.Демидов. Агроекологічний журнал, К., 2014.
2. Корнієнко Я. М., Сачок Р. В./ Процес гранулоутворення мінерально-гумінових добрив: Монографія. [Електронне видання]. 158 с.: іл.
3. Анализ показателей хозяйствования предприятий масложировой отрасли Украины – Вестник Плоцкого государственного университета. Серия D – 2015.– С. 74–79.
4. Rasa Paleckiene. Complex Fertilizers Produced from the Sunflower Husk Ash /Rasa Paleckiene, Alfredas M. Sviklas, Rasa Slinksiene, Virginijus Streimikis // Polish J. of Environ. Stud. – 2010. – Vol. 19. – №5 –P. 973-979.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІБРОЕКСТРУДЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ШАХТНИХ ЗАТЯЖОК

магістрант В.О.Ящук, к.т.н., доц. Андреев І.А.,

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Процес плинущі суміші в каналі бункера віброекструдера при формуванні фібробетонних шахтних затяжок можна моделювати плинущом між плоскими збіжними нерухомими стінками (рис. 1). В цьому випадку продуктивність q

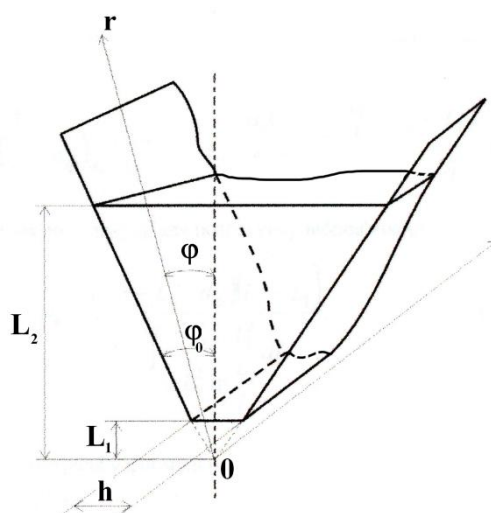


Рис. 1– Розрахункова схема плинущі фібробетону у плоскому симетричному каналі бункера віброекструдера

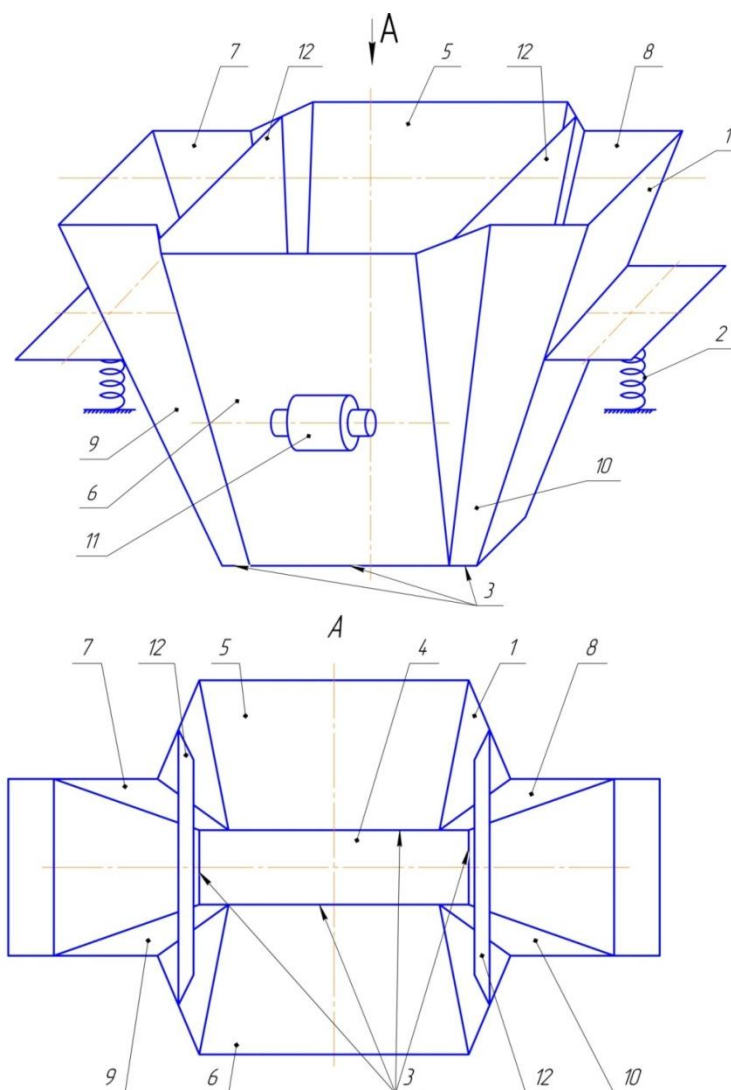
розраховується за формулою:

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

де φ_0 – кут нахилу стінки каналу до вертикалі, рад. ($\varphi_0 < 45^\circ$); L_1 – відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера, м; $L_2 - L_1$ – висота стовпа суміші в бункері, м; ρ – густина суміші, кг/м³; $g = 9,81$ м/с² – прискорення сили тяжіння; μ_a – вібров'язкість суміші, Па·с.

Аналіз наведеної формули показує, що продуктивність у плоскому збіжному каналі збільшується з ростом кута нахилу похилої стінки каналу до вертикалі φ_0 . Ця закономірність була використана при розробці нової конструкції формуючого віброекструдера, який призначений для виготовлення плоских фібробетонних шахтних затяжок зі збільшеною кількістю фібр у середній частині виробів. Для покращення якості таких плит авторами було запропоновано нахили похилих стінок бункера віброекструдера до вертикалі на ділянках течії фібробетонних сумішей різних складів змінювати пропорційно величинам вібров'язкостей цих сумішей (рис. 2). Таким чином досягається зменшення різниці в об'ємних

Збірник тез доповідей IX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
 витратах різних сумішей по перерізу роздавального вікна і, відповідно, покращення якості виробів [1].



1 – бункер, 2 – пружні зв'язки, 3 – нижні краї стінок, 4 – роздавальне вікно, 5-10 – похилі стінки, 11 – збудник коливань, 12 – перегородки

Рис. 2– Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів зі збільшеною кількістю фібр у середній частині

Перелік посилань:

Заявка на патент України. МПК (2015.01) B28B13/00. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / Андреев І.А., Ящук В.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u 201601134; заявл. 10.02.2016.

ЗМІНА РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕМУЛЬСІЙ ПІД ВПЛИВОМ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

аспірант Макаренко А.А., д.т.н. Авдєєва Л.Ю.

Інститут технічної теплофізики НАН України

На сьогодні одним з ефективних методів інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів у різних галузях промисловості є використання кавітаційного впливу при обробці складних дисперсних систем. Більшість процесів в харчовій, хімічній, фармацевтичній промисловості пов'язані з глибокою переробкою сировини з утворенням складних багатокомпонентних дисперсних систем: суспензій, емульсій, колоїдних розчинів та ін. [1].

При встановленні раціональних режимів і параметрів проведення технологічних процесів переробки сировини важливим аспектом є дослідження структурно-механічних (реологічних) показників. Одним із найбільш важливих показників, які характеризують стан матеріалу є в'язкість. Для неньютоновських рідин в'язкість - функція швидкості зсуву, тому її називають ефективною. Ця характеристика описує рівноважний стан між процесами руйнування і відновлення структури в сталому потоці [2].

При утворенні стабільних емульсій емульгатор повинен сприяти протіканню двох різних процесів: утворенню нової фази, з частинками меншого діаметру і запобіганню їх повторної коалесценції. У процесі гомогенізації утворюються нові поверхні розділу, а водорозчинні речовини, що знаходяться в жировій фазі, дифундують у водну фазу. В результаті прагнення поверхневої енергії до мінімуму краплі розбавлених і концентрованих емульсій набувають сферичної форми [2, 3].

Дослідження впливу гідродинамічної кавітації на властивості утвореної емульсії фосфоліпідів проводились на експериментальному стенді потужністю 4,4 кВт. Робота стенду здійснюється в такий спосіб: за допомогою гідравлічного насосу здійснюється циркуляція водної дисперсії через кавітаційний генератор під високим тиском (до 6 атм); витрати і швидкість потоку вимірюється за допомогою електронного ультразвукового витратоміра; тиск до кавітаційного генератора і після нього вимірюється за

допомогою манометрів; температура водної дисперсії вимірюється датчиком температури. Динамічна (ефективна) в'язкість вимірювалась на ротаційному цифровому віскозиметрі фірми «Brookfield» моделі LVDV-E з точністю вимірювання $\pm 1\%$.

Отримані результати показали, що до обробки дослідна система відноситься до неньютонівських псевдопластичних матеріалів і характеризується високими значеннями найбільшої в'язкості. Криву залежності ефективної в'язкості від кутової швидкості можна умовно розділити на три зони: в першій - ефективна в'язкість починає стрімко зменшуватися, у другій - спостерігається уповільнення значень, а третя характеризується майже постійною величиною - в'язкістю зруйнованої структури. В результаті дії кавітаційних впливів впродовж трьох циклів обробки відбуваються якісні зміни матеріалу, про що свідчать зміни структурно-механічних властивостей системи - частина зв'язків коагуляційної структури, утвореної при взаємодії води з колоїдними частинками фосфоліпідів, незворотно руйнуються. Внаслідок цього, максимальні значення ефективної в'язкості дослідного зразка після обробки відповідають мінімальним значенням в'язкості гранично зруйнованої структури, а система з макрогетерогенного або гомогенного стану переходить в мікрогетерогенну колоїдну дисперсію.

Перелік посилань:

1. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика / М.А. Промтов // Машиностроение, Москва, 2001.— 343 с.
2. Пирогов А.Н. Инженерная реология. Учебное пособие / А.Н. Пирогов, Д.В. Доня // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2004 – 110 с.
3. Пищевые эмульгаторы и их применение / Под ред. Дж. Хезенхюттля, Р. Гартела; пер с англ. В.Д. Широкова// СПб.: Профессия, 2008 – 288 с.

ТЕХНОЛОГІЯ НЕПЕРЕРВНОЇ ДІЇ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

пров. наук. співр., к.т.н. Шматок О.І., ст. наук. співр. Сильнягіна Н.Б.

Інститут технічної теплофізики (ІТТФ)

Національної академії наук України

Сьогодні біопалива складають близько 3% всього палива для транспорту, а також досягають істотної частки в деяких країнах, які найбільш активно розвивають даний сектор [1]. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) до 2050 року частка біопалива в транспортній сфері може збільшитися до 750 млн. т.н.е. (порівняно з поточним рівнем в 55 млн. т.н.е.) і скласти 27% всього палива для транспорту, дозволяючи зменшити обсяги шкідливих викидів на 20% і скоротити світову залежність від нафти [2].

Існуючі в світі технології одержання дизельного біопалива з рослинних олій ґрунтуються на здійсненні процесу переестерифікації рослинної олії метиловим спиртом в присутності лужних каталізаторів. Для проведення переестерифікації зазвичай використовують ємнісні апарати періодичної дії з механічним перемішуванням, інтенсифікація тепломасообмінних і фізико-хімічних процесів в яких суттєво обмежена конструкцією. Недоліком такого підходу є значні витрати енергії на проведення технологічних операцій процесу переестерифікації.

В ІТТФ НАН України запропонована технологія отримання біодизельного палива з використанням принципу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ), реалізованого в роторно-пульсаційному апараті (РПА) дисково-циліндричного типу, яка дозволяє знизити необхідні температурні параметри і скоротити час протікання процесу переестерифікації.

Інтенсифікація фізико-хімічних процесів у РПА відбувається за рахунок багатofакторного впливу на оброблюване рідке середовище, що полягає в пульсаціях тиску й швидкості потоку рідини, розвиненій турбулентності, інтенсивній кавітації, жорсткому кумулятивному впливі.

Для експериментального відпрацювання режимів одержання біопалива в ІТТФ НАНУ розроблено і створено експериментальний стенд, в якому реалізовано основну концепцію запропонованої технології.

Проведені експериментальні дослідження з використанням для переестерифікації рослинних олій метилового спирту, при оптимальних експериментально визначених значеннях надлишку спирту та кількості каталізатора в реакційній суміші, показали, що при використанні методу ДІВЕ для проведення переестерифікації рослинних олій метиловим спиртом процес проходить значно інтенсивніше, ніж при застосуванні об'ємного реактора. При температурі реакційної суміші олія-метанол на рівні 60 °С, повне проходження процесу (вихід ефірів - 99 ... 100% від теоретичного) вдається досягти при однократному прокачуванні реакційної суміші через РПА. За аналогічних умов, при використанні для проведення процесу об'ємного реактора з мішалкою, для повного проходження процесу необхідно близько 10 хвилин.

Використання методу ДІВЕ за рахунок прискорення переестерифікації дозволяє здійснювати цей процес в неперервному режимі, що дозволяє ефективно автоматизувати виробництво і організувати рекуперацію теплоти отримуваних продуктів і використати її для нагріву вихідних компонентів процесу, підвищуючи енергоефективність пропонованої технології у порівнянні з традиційними. За попередніми оцінками, рекуперація тепла дозволяє знизити енергетичні витрати на одержання біодизельного палива на 40..60%.

Пропонована технологія може бути використана, як на виробництвах невеликої потужності на фермерських господарствах, так і при організації багатотонажних промислових виробництв.

Перелік посилань:

1. *Eric L. Garza* The Energy Return on Invested of Biodiesel in Vermont/ Runstein School of Environment and Natural Resources Gund Institute for Ecological Economics, University of Vermont Burlington, April 24, 2011, с. 23
2. Technology Roadmap Biofuels for Transport, МЭА 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступу: http://www.iea.org/papers/2011/biofuels_roadmap.pdf

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДІВЕ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕЗО- ТА НАНОРІДИН

аспірант Данько І.О., к.т.н. Грабова Т.Л., ст.н.сп. Посунько Д.В.

**Інститут технічної теплофізики НАН України (e-mail:
htplab@ukr.net)**

Перспективними для застосування в теплових та різних технологічних додатках є середовища з мезо- (100 нм ... 100 мкм) і нанорозмірними (1 ... 100 нм) частинками, так звані, мезо- і нанорідин. Такі середовища привертають увагу за рахунок прояву специфічних властивостей: висока седиментаційна стійкість, зменшення корозійно-ерозійного впливу на поверхні, «аномального» збільшення теплопровідності, збільшення значень критичних теплових потоків. Потрібно зазначити, що темпи успішного практичного використання мезо- і нанорідин випереджають темпи розвитку теорії та фізичного розуміння механізмів прояву специфічних властивостей таких рідин.

Метою робіт, що проводяться в ІТТФ НАНУ, є розробка нових технологічних середовищ (теплоносіїв, охолоджуючих середовищ для гартування, мастильно-охолоджуючих рідин та таке інше), розробка технологій отримання мезо- і нанорідин з можливістю спрямованого управління їх теплофізичними і функціональними властивостями.

Стан поверхні і поверхневі сили відіграють істотну роль в тих випадках, коли мова йде про високодисперсні системи, до яких належать наногетерогенні середовища (нанорідини). Важливим аспектом, що впливає на теплофізичні, фізико-хімічними та функціональними властивості наногетерогенних систем, є їх агрегативна стабільність. Для теоретичного дослідження кінетики структуроутворення в наногетерогенних системах авторами [1] використаний дворівневий метод моделювання, заснований на методах Molecular Dynamics і Dissipative Particle Dynamics. Перший метод дозволяє врахувати сили міжмолекулярної взаємодії в дисперсійному середовищі, а другий – використовується для розрахунку взаємодії нанодисперсних частинок з дисперсійним середовищем і частинок між

собою, враховуючи сили тяжіння, які відповідають за процеси структуроутворення. Порівняння експериментальної і розрахункової структури в дисперсній системі «нанорозмірний діоксид кремнію – вода», показало, що в обох випадках добре помітні глобулярні структури з наночастинок, які досягають мезорозмірів. Застосований метод розрахунку дозволяє прогнозувати форму просторової структури (куляста, «червячная», глобулярна і т.д.).

При розробці нанорідин є проблемою однорідне розподілення нанодисперсних частинок у дисперсійному середовищі. Тобто, при виборі методу отримання таких середовищ потрібно враховувати, що на дисперсні включення або наноструктури результативно можуть впливати фізичні ефекти з масштабом, порівняним з розміром таких об'єктів.

Моніторинг існуючих методів отримання мезо- і нанорідин показав, що їх можна розділити на дві групи: одностадійні і двостадійні. Якщо одностадійні методи добре себе зарекомендували в лабораторних та експериментальних умовах, то двостадійні – в промислових масштабах. В ІТТФ НАНУ апробовано метод та запропоновано для проведення рідиннофазного диспергування в процесах отримання мезо- і нанорідин

використовувати підхід, який базується на використанні динамічних і енергетичних ефектів дискретно-імпульсного вводу енергії в гетерогенні середовища (ДІВЕ), які реалізуються в апаратах роторно-пульсаційного типу. Основна ідея ДІВЕ полягає в тому, щоб попередньо стаціонарно введену і довільним чином розподілену в робочому об'ємі енергію сконцентрувати в локально роз'єднаних дискретних точках системи і надалі імпульсно трансформувати для досягнення необхідних фізичних ефектів. Ефективність впливу гідродинамічних збурень потоку в апаратах на дисперсійне середовища залежить від конструктивних рішень. Фахівцями ІТТФ НАНУ розроблено та створено модельний ряд дисково-циліндричних апаратів (рис.

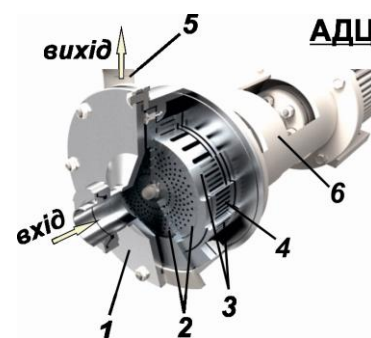


Рис. 1. Дисково-циліндричний

апарат: 1 – кришка з вхідним патрубком; 2 – статор та ротор дискового вузла; 3 – статори циліндричного вузла; 4 – ротор циліндричного вузла; 5 – вихідний патрубок; 6 – електродвигун

1) з 4 статорно-роторними парами, які впроваджено на фармацевтичних підприємствах України та за кордоном [2,3].

На сьогоднішній день інноваційні апарати проходять апробацію в технологіях отримання мезо- та нанорідин для гарту металевих зразків. Отримано стабільні середовища на основі геомінеральних розчинів та рослинних олій з високими охолоджуючими властивостями (підвищення швидкості охолодження у 1,5-2,5 рази) з наступними термогідродинамічними параметри обробки: частота пульсацій потоку – 3,5 кГц; швидкість зсуву – до $205 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$; середня окружна швидкість – 17,2 м/с; початкова температура середовища, що обробляється – 18...20 °С; питомий час обробки – 2 хв./кг.

Перелік посилань:

1. Dolinsky A.A., Avramenko A.A., Tyrinov A.I., Grabova T.L. Study of the Dynamics of Formation of Spatial Nanostructures / Nanoplasmonics, Nano-Optics, Nanocomposites, and Surface Studies, Springer Proceedings in Physics 167. – 2015. – P. 223-232.
2. Микро- и наноуровневые процессы в технологиях ДИВЭ: Тематический сборник статей / под. ред. академика НАНУ А.А. Долинского, К.: Академперіодика, 2015. – 464 с.
3. Долінський А.А., Грабова Т.Л., Степанова О.Є. Створення та впровадження ефективних технологій та устаткування для виробництва лікарських засобів. Частина 1// Пром. Теплотехника. – 2015. – т. 37, №4. – С. 31-43.
4. Dolinsky A.A., Grabov L.N., Moskalenko A.A., Grabova T.L., Logvinenko P.N. Cooling Characteristics of Meso- and Nanofluids Prepared by the DPIE Method //Materials Performance and Characterization. – 2014. – vol. 3, № 4. – P. 337-351.

СУМІЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОДРІБНЕННЯ ТА СУШІННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОПАЛИВА

к.т.н. Корінчук Д.М., Безгін М.М.

Інститут технічної теплофізики

Національної академії наук України

Для виробництва гранульованого біопалива найчастіше використовуються деревні відходи (кора, тирса, тріска, відходи лісозаготівлі), торф, а також відходи сільського господарства: солома, лушпиння соняшнику, відходи кукурудзи, круп'яного виробництва і т.д. Основними енергозатратними процесами виробничих ліній попередньої підготовки сировини перед пресуванням є сушіння та подрібнення. Основними критеріями вибору подрібнюючого обладнання є спосіб подрібнення, який враховує фізико-механічні властивості матеріалу, початковий розмір сировини та необхідний за технологією її кінцевий розмір.

При руйнуванні крихких матеріалів енергія витрачається на пружну деформацію, виділення тепла і в значній степені на подолання сил зчеплення в самому матеріалі. При подрібненні пластичних матеріалів більшу частину енергії поглинає пластична деформація матеріалу. Серед способів руйнування розрізняють роздавлювання, розколювання, стирання та руйнування шляхом удару [2] або комбінуванням цих способів. Для подрібнення сировини для виробництва біопалива, як для крихких матеріалів середньої твердості найчастіше застосовують руйнування ударом, розколюванням, стиранням та їх комбінаціями на машинах для середнього та дрібного подрібнення (дробарки молоткового типу).

Проведені розрахунки затраченої роботи на подрібнення вологої сировини молотковою дробаркою [1] за законом Бонда (1.1) виявили, що найбільш ефективною схемою подрібнення сировини з розміром часток від 10мм до $x < 2\text{мм}$ є схема двостадійного подрібнення з проміжною стадією сушіння.

$$A = K_B Q \left(\frac{1}{\sqrt{d_{CB}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{CB}}} \right), \quad (1.1)$$

де K_B – коефіцієнт пропорційності, що враховує вологість сировини;

Q – маса завантажуваної сировини, кг;

d_{CB} та D_{CB} – кінцевий та початковий середні розміри часток, мм.

Формула Бонда враховує вологість, початкові та кінцеві розміри часток. Виявлено, що при зменшенні вологості сировини зменшуються енерговитрати на її подрібнення. Наявність вологості в значній мірі підвищує пружні та пластичні властивості сировини, схильність до комкування, волокнистого розпушування, а відповідно і енерговитрати при подрібненні.

Сушіння сировини для виробництва біопалива зазвичай проводиться конвективним шляхом з використанням в якості сушильного агента нагрітого повітря або топкових газів. Найчастіше на лініях виробництва біопалива використовують конвективні сушарки з пневмомеханічним переміщенням матеріалу і конвективні сушарки з пневматичним переміщенням матеріалу. В обортових сушильних барабанах швидкості повітря, як правило не перевищують 20 м/с, що пояснює високу тривалість сушіння. Сушарки з пневматичним переміщенням матеріалу працюють за принципом сушіння часток в підвішеному стані і працюють з дрібною сировиною (до 5мм), частки якої мають однакові розміри. Одними з найперспективніших сушарок з пневмопереміщенням сировини є агрегати, що поєднують процеси сушіння і кінцеву стадію подрібнення (рис.1).

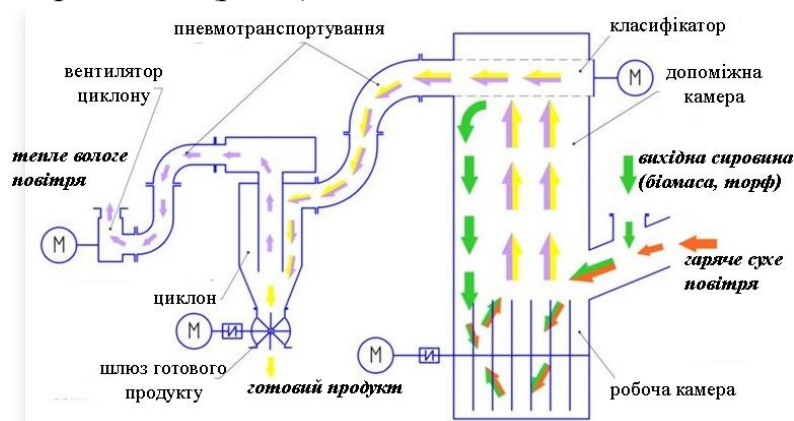


Рисунок 1 – Схема агрегата, що суміщує сушіння та подрібнення сировини для виробництва біопалива

Агрегат одночасно подрібнює, вибиває поверхневу вологу, механічно переміщує та підсушує сировину теплоагентом, що дозволяє ефективно зневоднювати торф, різні види біомаси та працювати з сировиною підвищеної вологості.

Перелік посилань:

- 1) Бауман В.А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Учебник для вузов. М., «Машиностроение».1975.
- 2) Щупляк И.А. Измельчение твердых материалов в химической промышленности. – Л.: Химия, 1972, 52 с.

ТЕПЛООБМІН ПРИ НАГРІВАННІ ТА ПЛАВЛЕННІ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СУМІШЕЙ

ст. наук. співр. Степанова О.Є.

**Інститут технічної теплофізики
Національної академії наук України**

Теплообмінні процеси нагрівання та плавлення мають велике значення для здійснення технологічних операцій у багатьох галузях, зокрема у фармацевтичній, харчовій та нафтопереробній промисловостях, де необхідно перевести речовини або суміші з твердого стану до достатньо плинного, щоб забезпечити їх подальше транспортування до наступних стадій виробництва.

Особливість вуглеводневих сумішей (вазелін, парафін, ланолін, мазут, жири та ін.) полягає в їх теплофізичних властивостях: широкий діапазон зміни температур плавлення, схильність до термодеструкції та низькі коефіцієнти теплопровідності. Традиційно для проведення процесів нагрівання та плавлення використовуються реактори, ванни, електротканні нагрівачі, камери нагріву тощо. Такі методи мають ряд суттєвих недоліків: тривалість, трудомісткість і енергозатратність; можливість перегріву суміші, що призводить до різних змін фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей продукту; можливість контамінації; нерівномірний прогрів всієї маси суміші. Отже, розробка та впровадження вітчизняних інноваційних технологій і обладнання для здійснення процесів нагрівання та плавлення є на сьогоднішній день актуальною задачею.

Фахівцями Інституту технічної теплофізики НАН України (ІТТФ НАНУ) запропоновано використовувати термоконтактний метод плавлення вуглеводневих сумішей для усунення недоліків існуючих методів і створення вітчизняного інноваційного обладнання [1].

Відмінність запропонованого методу від існуючих полягає в підведенні енергії безпосередньо до фронту фазового перетворення за допомогою

нагрівача, який контактує із зовнішньою границею нерозплавленої вуглеводневої суміші. При такому способі плавлення енерговтрати через розсіювання тепла вкрай незначні, а ККД передачі теплової потужності від нагрівача через шар розплаву до масиву досить високий.

Запропонований метод реалізований в розробленій фахівцями ІТТФ НАНУ установці типу "Термобат" для нагрівання та плавлення вуглеводневих сумішей. Особливостями даної установки є те, що в ній об'єднані чотири технологічні операції: плавлення, вивантаження, дозування та транспортування розплавленої речовини, що дає можливість прискорити підготовку суміші для наступних стадій виробництва та, як наслідок, зменшити витрати енергії. Установка дозволяє нагрівати та розплавляти лише ту частину суміші, яка необхідна, тобто реалізовувати дозований процес плавлення, що дає можливість більш раціонально використовувати енергію. При чому температуру дискового нагрівача в зоні контакту з сумішшю підтримують нижче температури її деструкції, а на поверхні розплаву – вище температури її плавлення, що забезпечує необхідні структурно-механічні властивості та високу якість розплаву.

Розроблені установки типу "Термобат" для термоконтального нагрівання та плавлення безпосередньо в металевих бочках заводу-виробника відповідають стандартам GMP і впроваджені на фармацевтичних фабриках: КП "Фармація" "Луганська фармацевтична фабрика", м. Луганськ; АТ "Ризька фармацевтична фабрика", м. Рига; ТОВ "Тернофарм", м. Тернопіль.

Перелік посилань

1. Пат. 31435 Україна, МПК7 В 01 J 6/00. Спосіб плавлення речовини та пристрій для його здійснення/ Грабов Л. М. та інші; заявник та патентовласник: Грабов Л.М., Мерщій В.І., Бондарь С.І. – № 98094668; заявл. 01.09.98; надр. 17.12.01, Бюл. № 11.

УДК 621.575

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЦЕОЛІТІВ В ЯКОСТІ РОБОЧИХ ТІЛ АДСОРБЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТЕПЛОТИ

к.т.н., пров. наук. співр. Чалаєв Д.М., мол. наук. співр. Данько І.О.

**Інститут технічної теплофізики
Національної академії наук України**

Вченими країн ЄС, Японії, Китаю, США велика увага приділяється дослідженню адсорбційних перетворювачів теплоти. Ці апарати можуть ефективно працювати в теплохолодопостачанні, комунальній енергетиці, харчовій промисловості та, навіть, інформаційно інноваційних технологіях. Так, у своєму центрі досліджень у Цюріху, компанія ІВМ працює над створенням системи охолодження серверів дата-центрів за допомогою адсорбційних термотрансформаторів [1]. Якщо їм вдасться реалізувати даний проект, то їх сервери зможуть охолоджувати себе за рахунок низькопотенційного тепла, що виділяється в результаті їх роботи.

Введення міжнародної заборони на використання озоноруйнуючих фреонів, на яких працюють парокомпресійні теплові насоси, і вживання заходів щодо зменшення викидів «парникових» газів стимулює розвиток безфреонових адсорбційних теплонасосних систем.

Адсорбційний перетворювач теплоти дозволяє збирати дармове тепло від роботи механізмів і використовувати його в відкладеному часі. На більшості промислових виробництв мають місце великі втрати тепла: викиди гарячих газів або тепло від працюючих двигунів пристроїв і механізмів. Таке дармове тепло, що марно розсіюється в навколишнє середовище, може бути використано за допомогою сорбційних перетворювачів теплоти.

Адсорбційний перетворювач теплоти (АдПТ) складається з двох резервуарів з холодоагентом (випарника і конденсатора) і реактора з сорбентом. Сорбент в реакторі здатний поглинати пари холодоагенту (води, спиртів або аміаку). Дані холодильні пристрої є альтернативою компресійним машинам, так як можуть використовувати дармове тепло замість електрики і екологічні рідини замість фреонів.

ІТТФ НАН України має багаторічний досвід створення дослідних термотрансформаторів як адсорбційного так і абсорбційного типу. Наразі ми

працюємо над створенням апарату, який би працював на вітчизняних природних сорбційних матеріалах, які в достатній кількості залягають в родовищах Закарпаття.

Ряд досліджень проведених на природних цеолітах (клинотиліоліт, морденіт) показує що за багатьма характеристиками ці матеріали не поступаються відомим промисловим цеолітам і можуть бути ефективно використані у якості робочих тіл адсорбційного перетворювача теплоти.

Наразі більшість відомих апаратів такого типу мають періодичну дію. Нами поставлено за мету створити сорбційний перетворювач теплоти безперервної дії на основі двох апаратів періодичної дії, що працюють в протифазі. В такому апараті результуюча потужність буде залежати не від сорбційної ємності робочого тіла, а, в основному, від швидкості прогріву і охолодження сорбенту в адсорбері-десорбері. Таким чином природні цеоліти, що мають дещо меншу сорбційну ємність, але не гіршу теплопровідність, можуть бути ефективно використані як робочі тіла в АдПТ. Для досягнення інтенсивного прогріву/охолодження цеоліту, нами, також, запропонована система ефективного підведення/відведення тепла нього на основі змійовикової теплової труби, що знаходиться в шарі сорбенту в тепловому контакті з ним.

За рахунок описаних вище технічних можливостей АдПТ можуть використовуватись у різних галузях промисловості, тому необхідно проведення фундаментальних досліджень, що включають синтез нових сорбційних матеріалів, оптимізацію процесів тепло- і масообміну і вдосконалення конструкції апаратів.

Перелік посилань

1. «IBM планирует охладить серверы, используя их собственное выделение тепла» [електронне джерело]. Режим доступу: <http://interteam.com.ua/ibm-planiruet-oxlazhdad-servery-ispolzuya-ix-sobstvennoe-vydelenie-tepla/>.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

доц., к.т.н. Рубльов А.В.

Національний транспортний університет

Експертні системи дають можливість, на основі професійного досвіду та особливостей технологічних процесів, скласти схему яка б відображала рішення конкретної задачі [1]. Така схема дозволяє підготувати серію питань за допомогою яких працівник який немає досвіду або кваліфікації може пройти всі етапи процесу рішення подібних задач. Схематична інтерпретація знань експертів виконуються за допомогою різноманітних методів. Один з яких, існуючий вже довгий час, але є з найбільш прийнятний для задач значного прошарку, полягає в тому, що для розробки ствердження, що підкріплені конкретними фактами та які відносяться до фахової області використовуються конкретні конструкції ЯКЩО ТО що називають правилами.

Основна мета дослідження аналіз підходів у відповідності з якими експертними системами можна маніпулювати набором визначених правил.

Останнім часом основні досягнення в галузі створення систем машинного контролю безпеки, були пов'язані з глибоким розумінням обчислювальних процесів як при безпосереднього розв'язанні задачі та і при організації її алгоритма. Запропоноване вишукування в значній мірі залежать від проміжних факторів, які визначають ієрархію подій у просторі і часі.

Концепція ієрархії була розвинута поза прямого зв'язку подій, пов'язаних з урахуванням випадкових факторів. але саме системи які працюють в режимі реального часу і простору відображають найбільш реальну картину подій і пристосованих для практичного застосування.

Перелік посилань

1 Э Гамма, Р Хелм, Р Джонсон, Д Влиссид Приемы объектно-ориентированного проектирования Паттерны проектирования - С-Пб 2015 Питер 248 с.

2 Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. — М.: Мир, 1991. — 568 с.

3 Mizoguchi - A Step Towards Ontological Engineering.html

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНОГО ТОРФОПАЛИВА

к.т.н. Корінчук Д.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Торф – це значний енергетичний і агрохімічний потенціал України, який використовується як комунально-побутове місцеве паливо, як сировина для виробництва парникових та поживних ґрунтів та інших видів продукції. Торфові палива є найдешевшими і ефективними при перевезеннях в межах торфовидобувних областей. Понад 80 % видобутку торфу в Україні використовують як паливо, в той час як у світі більше 80 % торфу використовують у сільському господарстві як джерело гумусу. В Україні 96 % всіх запасів торфу становить торф низинного типу, багатий на гумінові речовини (ГР) (до 52% на суху речовину) та придатний для виробництва різних видів продукції на їх основі, в тому числі біостимуляторів росту і добрив.

Потреба аграрного сектору в постійному відновленні гумусового шару та продукування тваринницької сировини для внутрішнього споживача робить найактуальнішим для сьогодення напрямок виробництва з торфу гумінових добрив та стимуляторів росту рослин та тварин. Проведені дослідження можливості поєднання в межах існуючого торфобрикетного заводу (ТБЗ) технологій вилучення гуматів та виробництво композиційного торфопалива. В межах виробничого циклу ТБЗ торф'яна сировина для виготовлення торф'яних брикетів проходить попереднє подрібнення, підсушку в польових умовах, сепарацію, глибоке зневоднення та тонке подрібнення і може з певним припущенням бути використана для вилучення та виробництва гуматів натрію та калію. Диверсифікація виробництва на ТБЗ дозволяє зменшити залежність заводу від попиту на торф'яний брикет.

Проведений цикл досліджень властивостей залишку після екстракції підтвердив можливість використання його як сировини для

виробництва палива та поєднання технологій виробництва гуматів та паливних брикетів на одному підприємстві. Встановлено, що залишок після екстракційної обробки фрезерного торфу розчином NaOH у кавітаційному екстракторі може виступати як сировина для виготовлення композиційних брикетів, оскільки він мав на 2-3 % підвищену теплоту згоряння на суху масу та зольність на рівні 10 %, що пояснюється сегрегацією зольних часток в процесі інтенсивної гідродинамічної обробки. Високий вміст вологи в твердому залишку після центрифугування пульпи може бути зменшено до 50% за рахунок польового сушіння в межах технологічного циклу видобутку фрезерного торфу. Дослідження термічного розкладання твердого залишку виявило декілька екзотермічних пік розкладання при температурах до 900 °С, що нехарактерно для торфу. Рентгенофазовий аналіз твердого залишку екстракції різних торфів показав, що в процесі нагрівання в інтервалі 800...900°C в ньому утворюється нова фаза силікату кальцію за рахунок взаємодії присутніх в торфі карбонату кальцію та діоксиду кремнію (кварцу) яка і проявляє екзотермічний ефект. Наявність силікатів може привести до спікання золи, відповідно залишок самостійно використовувати на паливо не можна. При термічному розкладанні композиційних торфосумішей форма кривих термічного розкладання схожа з кривими розкладання торфу, лише подовжується температурний інтервал розкладання на 10-30С. В композиціях з фрезерним торфом лужне середовище залишку після екстракції нейтралізується кислим середовищем фрезерного торфу і силікати не утворюються.

Собівартість виробництва гумінових речовин за комплексною технологією переробки торфу буде в 4,5 рази нижче за собівартість виробництва на окремому підприємстві, а собівартість виробництва брикетів не змінюється в порівнянні з класичною технологією виробництва паливних брикетів. Для ТБЗ річне виробництво при 4-х місячному річному циклі за 30%-м розчином гумінових речовин становить 4890 т., При ринковій вартості близько 40 грн/л. укрупнений річний прибуток підприємства становитиме 182 млн. грн.

ПРИНЦИП ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОГО ТЕПЛА В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

магістр Степчук І.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Умовно весь процес виробництва твердого біопалива із деревини поділяється на етапи (табл. 1).

Грубе подрібнення деревної сировини, що є початковою стадією виробництва, відбувається до фракції 25х25х2мм, проте для зниження енерговитрат на стадії сушіння раціонально подрібнювати до більш мілкої фракції. Деревинна сировина перед пресуванням повинна мати вологість $W=10\%\pm 2\%$. Сировина з більшою або меншою вологістю вимагає додаткового зволоження або додаткової сушки, оскільки більш суха сировина ($W<8\%$) буде гірше піддаватися пресуванню, а більш волога ($W>12\%$) призведе до ламкості готової продукції [1].

Таблиця 1

Етапи процесу виробництва твердого біопалива

№	Етап
1	Грубе подрібнення
2	Сушка
3	Мілке подрібнення
4	Водопідготовка
5	Пресування
6	Охолодження
7	Фасування готової продукції

Вибір способу сушіння деревини та сушильного обладнання визначається низкою факторів: породним і сортиментним складом пиломатеріалів, що піддаються обробці, вартістю енергоносія, необхідною продуктивністю, виробничими умовами та інвестиційними можливостями споживача. Деревина за своєю структурою є колоїдно-капілярно-пористим тілом, що має в своїй структурі воду у вільному та зв'язаному стані, тому сушити її раціонально при низьких, лабільних температурах (вставка на книгу по деревині).

Сучасні технології пропонують різні пристрої для швидкого видалення води з поверхні деревини. Проблемою є прискорення процесу вологопереносу від серцевинних до поверхневих шарів деревини [2].

В даний час результати вивчення ринку сушильних камер показують, що серед пропонованих камер 90-95% — класичного типу: конвективні з різними системами припливно-витяжної вентиляції та видами теплоносія. Їх переваги: малі капітальні витрати, простота процесу, зручності технічного обслуговування [3-6].

Сушка деревини в процесі виготовлення твердого біопалива — тривалий і енергоємний процес [7]. В умовах сьогодення застосування теплових насосів в процесі сушіння помітно зростає, на ринку з'являються численні установки, призначені для цих цілей.

Одним з перших застосувань теплового насоса для сушильних цілей у комерційному масштабі з тонким регулюванням температури і вологості є сушка деревини [8]. В якості джерела тепла в тепловому насосі використовується вологе повітря, що надходить із сушильної камери. Співвідношення частки споживаної

електроенергії всього сушіння відображено на наступній діаграмі, отриманої канадськими фахівцями в результаті проведених експериментів (рис.1).

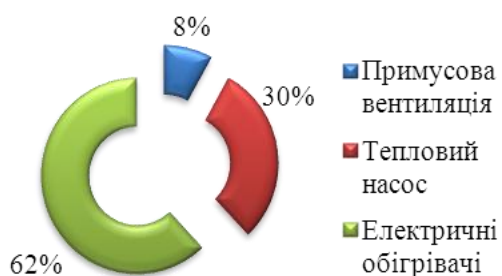


Рисунок 1 – Частка споживання електроенергії

Крім економічності, сушильні камери на базі теплових насосів є найбільш екологічним і безпечним способом осушення деревини (з точки зору пожежної безпеки, наприклад, при вогневому нагріві повітря). При зіставленні різних сушарок зі ступенем видалення вологи 3 кг/(кВт год) виявилось, що для отримання рівного з теплонасосними сушарками споживання енергії у разі парового нагрівання ККД повинен бути 58%, а у разі вогневого нагріву— 75%. Фактичні значення ККД цих

сушарок нижче, так що тепловий насос може дати значну економію електроенергії.

Результати, опубліковані канадським фахівцем, показують, що для сушіння деревини метод осушення в комбінації з тепловим насосом є дуже привабливим порівняно з традиційними тепло - і вентиляційними сушками. Такий екологічний метод дозволяє забезпечити високу якість сушіння лісоматеріалу при значному зменшенні часу сушіння, а також зменшити споживання природних копалин енергоносіїв до 57,5% [9].

Нагадаємо основні переваги сушіння, що використовує в якості джерела тепла низького потенціалу теплоту конденсації вологи, що знаходиться в порах деревини. Процес сушіння деревини відбувається без повітрообміну із зовнішнім середовищем, що робить його енергоефективним і екологічно чистим. Технологія дозволяє досягти високої якості сушіння пиломатеріалів для будь-якої породи деревини, причому із збереженням природного кольору і високих механічних властивостей (експортне якість). Процес сушіння деревини проводиться при температурах 30-60 °С в так званих м'яких режимах, що не порушують структуру і якість деревини. У порівнянні з найбільш поширеними сушарками конвекційного типу економія енергії становить понад 70% [10].

Перелік посилань:

1. Технология производства разных видов биотоплива/
<http://www.infobio.ru/tiekhnologhiia-proizvodstva-biotopliva>
2. Цели, задачи, терминология, используемая в процессе сушки древесины
[/http://1dulan.ru/celi_i_zadachi](http://1dulan.ru/celi_i_zadachi)
3. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород /Режимы сушки в камерах периодического действия/ ГОСТ 19773-84/<http://www.vashdom.ru/gost/19773-84/>
4. Сушка древесины/ <http://les.novosibdom.ru/node/5>
5. Сушка древесины. Технологии сушки., Влажность древесины/<http://ufa-les.ru/articles/view-218>
6. Сушка древесины/Болдырев П.В./Практическое руководство/Издательство "Профикс", Санкт-Петербург,- 2002.
7. Применение тепловых насосов для сушки древесины
[/http://teplovynasos.com/primenenie-teplovyyh-nasosov-dlya-sushki-drevesiny](http://teplovynasos.com/primenenie-teplovyyh-nasosov-dlya-sushki-drevesiny)
8. Сушильный комплекс в г. Рыбинск/ <http://www.insolar.ru/skam-ribinsk.php>

ВПЛИВ МИТТЄВОГО СКИДАННЯ ТИСКУ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ СИСТЕМ

к.т.н. Коник А.В., к.т.н. Радченко Н. Л., к.т.н. Целень Б. Я., Гоженко Л. П.

Інститут технічної теплофізики НАН України

В Інституті технічної теплофізики НАН України в межах наукового напрямку дискретно-імпульсного введення енергії проводяться роботи по дослідженню механізмів ДІВЕ на властивості водних систем. Дискретно-імпульсне введення енергії (ДІВЕ) - це безреагентний метод обробки середовищ, суть якого полягає у створенні умов, що забезпечують при локальному введенні енергії в технологічну систему, її дискретний розподіл у просторі і імпульсну дію в часі. В даному випадку енергія, що вводиться у систему може бути в різноманітних формах - тепла, механічна, електрична, електромагнітна та ін. Поняття дискретності полягає у розподілі стисливої фази за рахунковим числом точок технологічного об'єму, а імпульсність - у реалізації умов, при яких навколо цих точок виникають градієнти або розриви значень технологічних параметрів (тиску, швидкості, температури, концентрації і т.п.). Технологія ДІВЕ може бути реалізована як в багатофазних, так і в однофазних системах, які в свою чергу, додатково можуть трансформуватись під дією ДІВЕ в багатофазні. При цьому, одна з вихідних фаз повинна бути істотно більш стислою у порівнянні з іншими. Для досягнення даних умов використовуються механізми пов'язані з прискоренням руху неперервної фази, збурення міжфазної поверхні в газорідних бульбашкових середовищах, скиданням тиску, адіабатичним закипанням, дією напружень зсуву, локальною турбулентністю, кавітацією та ін. [1,2].

Під час досліджень величина миттєвого скидання тиску становила в межах $dP/d\tau = 1,5 \text{ ГПа/с}$ та $dP/d\tau = 0,6 \text{ ГПа/с}$, що зумовило ряд процесів: кавітацію, адіабатичне закипання (при величині перегріву до $\Delta T=15$), дією

напружень зсуву величина яких знаходиться в межах 219,8 235,5 Па, за умови що неперервною фазою є вода [3].

Проведений комплекс досліджень свідчить про суттєвий вплив механізмів ДІВЕ на зміну фізико-хімічних, органолептичних параметрів води на її дисперсність та мікроструктуру сухого залишку. Результати експериментальних досліджень представлено у табл. 1.

Таблиця 1 - Зміна хімічних параметрів води після обробки

Метод обробки	рН, %	Загальна твердість	Загальна лужність	Вільна лужність	Сухий залишок
$dP/d\tau = 1,5 \text{ ГПа/с}$ при витіканні через насадку з адіабат. закипанням ($\Delta T=15$)	↑ 13,3	↓ 10÷38	↓ 21,3÷1,64	↓ 21,3÷1,6	↓ 7,04÷0,6
$dP/d\tau = 1,5 \text{ ГПа/с}$ при витіканні через насадку (20 °С)	↑ 8	↓ 10	в межах похибки вимірювань		↓ 7
$dP/d\tau = 0,6 \text{ ГПа/с}$ з одно- часною дією напружень зсуву 219,8÷235,5 Па	↑ 10	↓ 4,5	в межах похибки вимірювань	↓ 11,7	↓ 3,3
$dP/d\tau = 0,6 \text{ ГПа/с}$ з одночасною дією: - напружень зсуву 219,8÷235,5 Па - при витіканні рідини $\Delta P=1,5 \text{ ГПа/с}$	↑ 7,9 ÷ 11,3	в межах похибки вимірювань		не визнача лась	↓ 18,6

Перелік посилань:

1. Дискретно-импульсный ввод энергии / [Долинский А.А., Басок Б.И., Накорчевский А.И., Шурчкова Ю.А.]. – К.: ИТТФ НАНУ, 1996. – 196с.
2. Долинский А.А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы ДИВЭ / Долинский А.А., Иваницкий Г.К. – Киев: Наукова думка, 2008. – 381 с.
2. Долінський А.А. Вплив механізмів дискретно-імпульсного введення енергії на буферні властивості води /Долінський А.А., Шурчкова Ю.О., Коник А.В., Радченко Н.Л.// Пром. теплотехника.- 2015. - Т.37, №7. - С. 226 - 230.

СЕКЦІЯ 2

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

УДК 676.056.42

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ФЛЮТИНГУ

Магістрант Аксьонов І. О., проф., к.т.н., Марчевський В. М.

Національний технічний інститут України

«Київський політехнічний інститут»

Одним зі шляхів підвищення сухості паперового полотна після пресової частини є використання башмачних пресів. Сухість паперового полотна після такого преса становить 45...55%.

В башмачних пресах з поперечною фільтрацією волога під дією градієнту гідравлічного тиску переходить з паперового полотна в сукно, проходить сукно в поперечному напрямку та виходить з нього в глухі отвори або жолобки вала преса. Наслідком цього є два потоки відпресованої води – фільтраційний та деформаційний, які описуються рівнянням Дарсі – Герсевича [1]:

$$u - \varepsilon u_c = k \frac{\partial H}{\partial z} \quad (1)$$

де u – загальна швидкість фільтрації, м/с; ε – пористість; u_c – швидкість стискання паперового полотна, м/с; k – коефіцієнт фільтрації, м/с; H – напір, м; z – товщина паперу, м.

Рівняння Дарсі-Герсевича разом з рівнянням нерозривності описує процеси, що відбуваються в папері та сукні при проходженні в захваті преса. Враховуючи зміну пористості, отримано:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{(1+\varepsilon)k}{\bar{\alpha}\rho} \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} \quad (2)$$

Диференціювання інтегральної функції рівняння (2), отриманої при граничних умовах $p = \text{const}$, дозволяє визначити градієнт тиску в захваті:

$$\frac{dH_{\Pi}}{dz} = \frac{H_0 k_c}{(k_{\Pi} - k_c)z_1 + k_c z_2} \quad (3)$$

де k_c – коефіцієнт фільтрації сукна, м/с; k_n – коефіцієнт фільтрації паперу, м/с; z_1 – товщина сукна, м; z_2 – загальна товщина паперу і сукна, м; H – напір, м.

Визначивши градієнт тиску в захваті, можна за рівнянням Дарсі розрахувати кількість вологи, що видаляється з паперу:

$$Q = - \left\{ \rho k_n \int_0^{\tau} \frac{\partial H}{\partial z} \Big|_{z=\delta} d\tau \right\} \quad (4)$$

Інтегруючи рівняння (4) визначаємо кількість вологи, що видаляється з 1 м² паперу. При цьому кінцева сухість паперу визначиться:

$$S_k = \frac{g_0 \cdot S_0}{g_0 - Q} \quad (5)$$

де g_0 – маса 1 м² паперу до преса, кг/м²; S_0 – початкова сухість паперу;

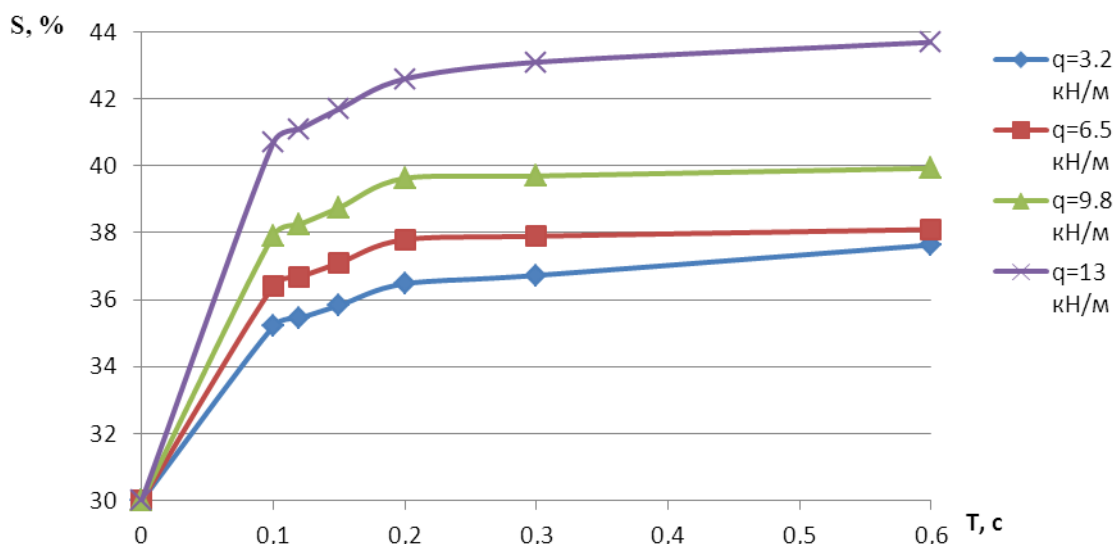


Рис. 1 – Залежності кінцевої сухості від часу перебування в захваті преса

Розв'язанням математичної моделі (рис. 1) встановлено, що максимальна швидкість зневоднення паперу відбувається в першому періоді, в другому періоді швидкість зменшується, в третьому періоді швидкість постійна і мінімальна по величині. Збільшення тиску в захваті призводить до збільшення швидкості в першому періоді, в другому і третьому періодах швидкості зневоднення збільшується незначно.

Перелік посилань:

1. Новиков Н. Е. Прессование бумажного полотна / Н. Е. Новиков. – М.: Лесн. Промть, 1972. – 240 с.
2. Агеев М. А. Изучение пористой структуры бумажного полотна при прессовании / М. А. Агеев, А. С. Шаклеин. – ЕКБ.: Химия растительного сырья, 2014. – 265-269 с.

УДК 66.021.3

**ПРОБЛЕМАТИКА ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ЗНАЧЕНЬ
СУХОСТІ ПРИ СУШІННІ ПОРОШКОПОДІБНИХ
ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ**

агістрант Візерський Д.С., к.т.н., проф. Марчевський В.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сушіння, а саме отримання порошкових матеріалів з високими (понад 99,7%) значеннями сухості – це актуальне питання не тільки для хімічної, а й для паперової, харчової промисловості, металургії, тощо. Складність полягає у тому, що при таких високих значеннях сухості вся наявна волога в матеріалі, зв'язана силами адсорбції з поверхнею. Для видалення такої вологи необхідно прикласти значну кількість енергії. Так як основною умовою будь якого процесу сушіння є:

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{переб}},$$

де: $\tau_{\text{суш}}$ – час сушіння, с;

$\tau_{\text{переб}}$ – час перебування матеріалу у сушильній камері, с.

То для реалізації цієї умови можна реалізувати кілька варіантів:

1. Збільшення розмірів сушильної камери;
2. Збільшення рушійної сили;
3. Збільшення коефіцієнтів швидкостей процесів;
4. Зміна внутрішньої геометрії сушильної камери;

Перший варіант є недоступним через великі габарити сушильних апаратів. Збільшення рушійної сили обмежується фізичними властивостями висушуваного матеріалу, сушильного агента, тощо. Збільшення коефіцієнтів швидкості сушіння досягається зміною параметрів руху і теплофізичного стану сушильного агента. Таким параметром є відносна швидкість частки висушуваного матеріалу відносно потоку сушильного агента (рис. 1).

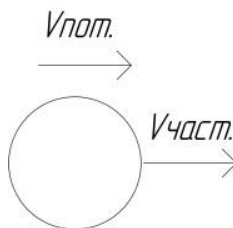


Рисунок 1 – Вектори швидкості руху частинки і потоку сушильного агента

Через те, що частки висушеного матеріалу після досягнення певних критичних значень сухості, відділяється від конгломерату мокрого матеріалу і уноситься потоком, то сили інерції, що діють на неї значно менші ніж сили в'язкості:

$$Re = \frac{V \cdot d_{\text{част}}}{\nu},$$

де V – швидкість потоку теплоносія, м/с;

$d_{\text{част}}$ – діаметр частинки (1,5-4 мкм для TiO_2), мм;

ν – кінематична в'язкість середовища, m^2/s .

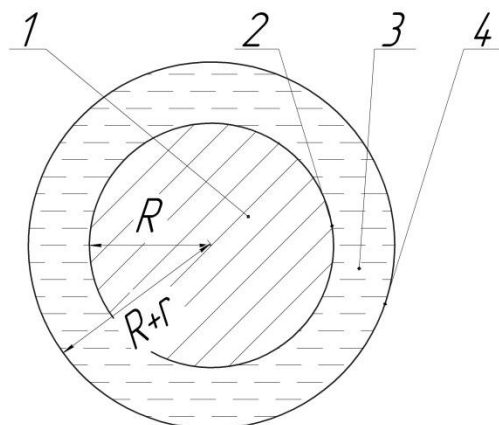
При цьому частинка рухається разом із потіком теплоносія, тобто

$$V_{\text{част}} = V_{\text{пот}},$$

де $V_{\text{част}}$ – швидкість частинки, м/с;

$V_{\text{пот}}$ – швидкість потоку теплоносія, м/с;

В такому випадку навколо частинки формується простір, що насичений паром через ламінарний рух частинки в потоці (рис. 2), що має значний термічний і дифузійний опір, що значно зменшує швидкість сушіння.



1 – зона з максимальною концентрацією вологи та мінімальною температурою;

2 – зона на поверхні частинки, через яку відбувається тепломасопередача з оточуючим середовищем; 3 – простір навколо частки, що насичений паром через ламінарний рух частинки в потоці; 4 – область на поверхні парової хмари, через яку відбувається тепломасопередача з теплоносієм.

Рисунок 2 – Схема тепломасопередачі в окремій частинці висушеного матеріалу.

Для реалізації сушіння за таких умов запропонована вихрова сушарка з циклонною камерою досушування, що вирішує всі вищезазвані проблеми.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ
НА ПОДОЛАННЯ ТЕРТЯ У МІЖЦИЛІНДРОВОМУ ЗАЗОРІ
РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТА**

магістранти Лялька Г.О., Колобашкін Л.В., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) набули значного поширення у промисловості зарекомендувавши себе як ефективне обладнання для проведення гідромеханічних і масообмінних процесів.

Вони забезпечують інтенсивну обробку рідин, що досягається шляхом сукупної дії високочастотних змінних за величиною навантажень, що спричинені різними за природою явищами, основними серед яких є пульсації тиску і швидкості потоку, зсувні та ріжучі зусилля, розвинена турбулентність та інтенсивна кавітація, які діють циклічно зі змінним за величиною навантаженням рідини [1].

Різноманітність процесів, що проводяться в РПА зумовлює велику кількість варіантів конструкцій, що відрізняються конфігурацією робочих органів та пристроїв підведення та відведення речовин. Це змінює баланс між ступенями прояву окремих впливів, залишаючи при цьому незмінним принцип дії апарата, який полягає у наступному. Оброблювана рідина, що надходить в апарат через вхідний патрубок, потрапляє до робочої камери у вигляді встановлених із зазором співвісних циліндрів закріплених на обертовому роторі і статорі таким чином, що у радіальному напрямі за кожним циліндром ротора йде циліндр статора. Для прокачування рідини бічні поверхні циліндрів мають прорізані отвори. При проходженні робочої камери рідина прокачується через прорізи ротора та статора, які періодично перекриваються в наслідок обертання ротора. В той проміжок часу, коли прорізи статорів перекриті бічними стінками роторів, потік гальмується у

радіальному напрямі і частина рідини у комірках, утворених прорізами ротора і бічними стінками статорів, транспортується у коловому напрямі. Коли ж прорізи роторів і статорів поєднуються – потік пришвидшується у радіальному напрямі. При цьому у зазорах між роторами і статорами утворюється високоградієнтний потік рідини.

Однією із нагальних проблем дослідження процесів, що відбуваються в РПА є визначення витрат енергії, необхідних для подолання сил тертя в зазорах між статорами і роторами, оскільки на подолання гідродинамічного тертя припадає суттєва доля енерговитрат апарата.

Аналіз літературних джерел вказує на те, що наявні залежності для визначення потужності, необхідної для подолання сил гідродинамічного тертя, виведені для окремих режимів роботи РПА, причому, у більшості випадків, автори залежностей не наводять межі їх застосування як за режимами, так і за конструкційними параметрами апаратів. Це не дозволяє розраховувати РПА, що мають типорозмірні відмінності від тих конструкцій, для яких були встановлені ці залежності.

На основі відомостей щодо протікання процесів у РПА складена математична модель, що описує витрати енергії у міжциліндрових зазорах, за результатами розв'язання якої встановлено залежність потужності, що витрачається на подолання сил тертя від параметрів конструкції апарата, гідравлічного режиму його роботи та властивостей рідини (частоти обертання, діаметра та висоти ротора; ширини міжциліндрового зазора, конфігурації та кількості прорізів ротора і статора; густини та в'язкості оброблюваної рідини).

Проведена експериментальна апробація одержаного виразу, що підтверджує можливість його використання для розрахунку витрат потужності у РПА.

Перелік посилань:

1. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 247 с.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

магістрант Федорук А.В.; к.т.н., доцент Семінський О.О.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) є одним з найбільш ефективних типів гідромеханічного обладнання, внаслідок чого вони активно впроваджуються у виробництво, де використовуються для проведення процесів перемішування, диспергування, гомогенізації, а також інтенсифікації тепломасообмінних процесів. Їх висока ефективність досягається за рахунок формування в потоці рідини, що обробляється як пульсацій тиску і швидкості, так і значних градієнтів нормальних і дотичних напружень.

Інтенсивність та характер впливу на потік рідини значною мірою залежить від конфігурації робочих органів РПА, що являють собою розділені вузькими зазорами співвісно встановлені циліндричні тіла з радіальною перфорацією бічних поверхонь. Одна частина робочих елементів (статори) закріплена кришці або днищі апарата, а інша (ротори) – зафіксована на приводному валу. Ротори і статори розташовуються послідовно [1].

Метою дослідження є визначення сучасних тенденцій розвитку конструкцій РПА. Для цього проведений аналіз патентної інформації з виявленням новизни, винахідницького рівня та промислової придатності зразків, захищених охоронними документами на право інтелектуальної власності. Глибина патентного пошуку встановлена на рівні 20 років.

За результатами аналізу виявлено, що провідними країнами у галузі розробки конструкцій роторно-пульсаційних апаратів є Україна, Росія, Німеччина, США і Фінляндія. Встановлено, що технічні рішення стосуються конструкцій як РПА в цілому, так і пульсаційних вузлів апаратів. Значна увага приділяється розробці нових конструкцій спеціального призначення,

Серед основних напрямів вдосконалення конструкцій РПА та їх вузлів, можна виділити:

1. Використання дії електромагнітних полів на робочі органи апарату, що реалізується встановленням електромагніту в корпусі, або на валу за корпусом апарату для передачі вібрацій ротору відносно статора. Ефект від запропонованих рішень полягає у підвищенні якості вихідного продукту і інтенсифікації процесів у рідкій фазі за рахунок одночасного накладання пружних коливань і осьових вібрацій.

2. Оснащення робочих органів РПА (роторів або статорів) активаційними елементами, які можуть бути виконані, наприклад, у формі прямокутних вікон із металевими пластинами. Це забезпечує надійність роботи вузлів апарату і підвищення тонкості і рівномірності розподілення дисперсної фази при одержанні емульсій та суспензій.

3. Профілювання прорізів в робочих органах РПА: у формі отворів у вигляді труб Вентурі, овальної форми з орбітально орієнтованою віссю овалу, тощо. Це забезпечує інтенсифікацію гідромеханічних явищ у пульсаційних вузлах апаратів.

4. Удосконалення системи подачі оброблюваних компонентів, що реалізується виконанням вхідного патрубку у вигляді пристрою для попередньої обробки компонентів рідин перед подачею їх у пульсаційний вузол РПА. Серед таких рішень з точки зору промислової придатності найбільший інтерес викликають пристрої, побудовані на базі труб Вентурі, а також кавітаційні пристрої. Застосування РПА із вдосконаленими пристроями подачі відкриває можливості для підвищення ступеня обробки рідини та зменшення енерговитрат апаратів.

Перелік посилань:

1. Гончаров В.Н., Гаузе А.А. Машины для роспуска и безножевого размолла массы. – Л.: ЛТА, 1979. – 106 с.

СЕКЦІЯ 5

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ НАНОЦЕЛЮЛОЗНИХ ПЛІВОК

магістрант Алушкін С. В., к.х.н., доц. Барбаш В.А., аспірант Ященко О.В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Наноматеріали із целюлози викликають значний інтерес завдяки унікальним механічним властивостям і низькому коефіцієнту термічного розширення [1]. Біонаноккомпозити є більш економічно безпечними і мають низьку вартість, що свідчить про їх великий потенціал для заміни традиційних нафтохімічних матеріалів [2]. Наноцелюлоза знаходить широке застосування у технологічних процесах виробництва гнучких органічних світлодіодних дисплеїв, комірок сонячних батарей, в електроніці, медицині, фармацевтичній, паперовій промисловостях [3].

В роботі досліджена можливість отримання наноцелюлозних плівок гідролізом хвойної вибіленої сульфатної целюлозирозчинами сульфатної кислоти різної концентрації 30 – 65 %, температури (15 – 45 °С), тривалості (30 – 60 хв.) за різних значень гідромодуля (12:1 та 44:1). Прогідролізовану наноцелюлозну суспензію центрифугували тричі і направляли на стадію діалізу для досягнення нейтрального рН. Потім розчин наноцелюлози обробляли ультразвуком впродовж 30 хв. Отримували плівки висушуванням наноцелюлозної суспензії в чашках Петрі.

В результаті проведених досліджень встановлено, що проведення кислотної обробки за високого ГМ (44:1) призводить до повного розчинення целюлози, що не дозволяє отримати наноцелюлозні плівки. В той же час, гідроліз хвойної вибіленої сульфатної целюлози розчином 65 % сульфатної кислоти за ГМ 12:1 отримані плівки, фізико-механічні показники яких наведено в табл. 1.

Для отримання математичних залежностей фізико-механічні показники наноцелюлозних плівок (y_i) від технологічних факторів процесу гідролізу (x_i) побудовано план повного факторного експерименту типу 2^3 . В результаті

статистичної математичної обробки в середовищі MathCAD одержано наступні адекватні рівняння регресії:

$$y_1 = 0,879 + 0,047x_1 - 0,019x_2 - 0,121x_3 - 0,08x_1x_3 + 0,021x_2x_3 - 0,018x_1x_2x_3$$

$$y_2 = 27,231 + 10,5821x_1 + 1,094x_2 - 3,231x_3 + 2,569x_1x_3 - 0,244x_2x_3,$$

Таблиця 1 – Фізико-механічні показники наноцелюлозних плівок за різної тривалості гідролізу

№ п/п	Тривалість гідролізу, хв	Щільність, г/см ³	Міцність на розрив, МПа	Модуль Юнга, ГПа
1	30	1.4	26	3.2
2	45	1.3	17	1.8
3	60	1.23	44	6.3

де: y_1 – щільність, г/см³, y_2 – міцність на розрив, МПа, x_1 – концентрація сірчаної кислоти, %, x_2 – тривалість гідролізу, хв., x_3 – температура гідролізу, °С.

В результаті проведення оптимізації отриманих рівнянь регресії визначено оптимальні значення технологічних параметрів процесу отримання наноцелюлози із хвойної вибіленої сульфатної целюлози. Таким значеннями є: концентрація сульфатної кислоти 65 %, гідромодуль 12:1, температура 45 °С, тривалість гідролізу 60 хв. і 30 хв. ультразвукової обробки.

Перелік посилань:

1. Syverud K. and Stenius P. Strength and barrier properties of MFC films // Cellulose. – 2008. – 16. – P. 75–85.
2. Chirayil C.J., Methew L., Thomas S. Review of recent different lignocellulosic fibers // Rew. Adv.Mater. Sci. – 2014. – 37. – P. 20 – 28.
3. Azizi Samir M. A. S., Alloin F., Dufresne A. Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application in nanocomposite field // Biomacromolecule. – 2005. – 6, N 2. – P. 612–626.

ВПЛИВ ТИСКУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦЕЛЮЛОЗНОГО ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

магістрант Затірка М.Є., к.т.н., доцент Мовчанюк О.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Целюлозні фільтрувальні матеріали відносяться до корпускулярно-пористих матеріалів. Вони здатні повністю затримувати частки, розмір яких у рази менше їх порового каналу. Однією з найважливіших експлуатаційних характеристик фільтрувального матеріалу є його продуктивність, що визначається загальною пористістю. Пориста структура целюлозного матеріалу – це складна система капілярів, що утворена целюлозними волокнами, які до того ж мають власну капілярну структуру з широким спектром пор – від декількох нанометрів до декількох мікрометрів. Аналіз основних чинників, що формують пористу структуру целюлозних фільтрувальних матеріалів під час їх виготовлення, показав значний вплив процесів пресування і каландрування, що здійснюються під дією тиску і ущільнюють структуру матеріалу [1].

Метою даної роботи було оцінювання впливу тиску під час фільтрування дистильованої води баромембранним методом на продуктивність целюлозного фільтрувального матеріалу.

Для дослідження були виготовлені лабораторні зразки фільтрувального матеріалу з целюлози марки ХБ-5 та клею LPMS з витратою 5 % від абсолютно сухого волокна, за технологією [2]. Для кожного значення тиску (0,2; 0,4; 0,6 і 1,0 МПа) фільтрування тривало 120 хв. Аналіз результатів наведено у таблиці 1. Помітно, що з підвищенням тиску початкова питома продуктивність матеріалу збільшується. В результаті збільшення тиску з 0,2 до 0,4 МПа початкова продуктивність матеріалу зросла у 2,6 рази, а з 0,2 до 1,0 МПа – у 11,7 рази. Кінцева ж продуктивність для тиску 0,2 і 1,0 МПа відрізнялася лише у 2,6 рази.

Таблиця 1 – Вплив тиску на питому продуктивність фільтрувального матеріалу

Тиск, МПа	Швидкість трансмембранного потоку, $\times 10^2, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$		
	початкова	через 10 хв фільтрування	стабільний режим
0,2	7,95	5,24	2,2
0,4	20,77	10,29	4,7
0,6	25,65	13,37	5,1
1,0	93,19	68,27	5,8

Для кожного значення тиску фільтрування характерним є наявність двох періодів протікання процесу. Перший характеризується найбільшим зниженням питомої продуктивності

матеріалу, другий – стабільним режимом фільтрації, коли значення питомої продуктивності практично не змінюється. Суттєве зниження питомої продуктивності для тиску 0,2; 0,4; 0,6 МПа відбувається протягом перших 10 хв, для тиску 1 МПа цей період збільшується до 30 хв.

Таким чином, підвищення робочого тиску значно збільшує питому продуктивність лише на початковій стадії фільтрування. Після виходу на стабільний режим різниця у продуктивності при різних значеннях тиску суттєво зменшується. Пояснюється це тим, що при збільшенні тиску зростає рушійна сила процесу, однак, ймовірно, при цьому ще більше знижується пористість матеріалу, що у підсумку і зменшує ефект від зростання рушійної сили.

Перелік посилань:

1. Мовчанюк О.М. Принципи формування пористої структури целюлозних фільтрувальних матеріалів / О.М. Мовчанюк, О.О. Бєлінська // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження". – 2015. – 1(13). – С. 48 – 52.

2. Гомеля М.Д. Фільтрувальний матеріал для баромембранного очищення води / М.Д. Гомеля, О.М. Мовчанюк // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження". – 2014. – 1(12). – С.45–51.

ЦЕЛЮЛОЗА ІЗ СОЛОМИ ВІВСА

магістрант Зеленчук Т. В., к. т. н., доц. Дейкун І. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сьогодні отримання целюлози окисно-органосольвентними методами із недеревної рослинної сировини є перспективним, оскільки процеси делігніфікації відбуваються за низьких температур, порівняно зі сульфатними і сульфітними способами варіння. Отримана целюлоза має високу білість та низький вміст лігніну. В якості варильного розчину використовуються звичайні реагенти: пероксид водню та крижана оцтова кислота [1].

Мета роботи – одержання целюлози високої білості із соломи вівса.

Варіння січки соломи вівса проводили в лабораторних умовах у скляних колбах, оснащених зворотнім холодильником тривалістю 90, 120 та 150 хвилин з гідромодулем 1:7 та 1:8 за температури 95°C. Для варіння використовували розчини пероцтової кислоти (ПОК) з концентрацією пероксиду водню 2,26%...6,1% та ПОК – 6,0...9,1%. Також було проведене варіння з додаванням каталізатора Na_2WO_4 у кількості 0,25...1% маси абсолютно-сухої сировини.

Результати досліджень показали, що одержана целюлоза має низький вміст лігніну – 1,8...4,2% (вміст лігніну у вихідній сировині складає 22,65%) та вихід 45,2...63,7% від маси абсолютно-сухої сировини. Залишковий вміст ПОК у відпрацьованому розчині складає 0,2...1,7%, що свідчить про високий ступінь використання кислоти під час варіння. Додавання до варильного розчину каталізатора Na_2WO_4 сприяє підвищенню виходу целюлози на 0,5...1,4% і зниженню вмісту лігніну на 0,4...0,9 %.

Перелік посилань:

1. Антонова, Г. Ф., Вшивкова И. А., Каретникова Н. В., Пен Р. З. Свойства пероксидной целлюлозы из однолетних растений. Динамика превращения полисахаридов в процессе делигнификации пшеничной соломы, Химия растительного сырья, 2013, № 2. - С. 31-35.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ МІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН КОНОПЕЛЬ

магістрант Каракуца М. Г., к.х.н., доц. Барбаш В. А.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Мікрокристалічна целюлоза (МКЦ) є продуктом хімічної деструкції целюлози, який має високий ступінь чистоти та високий вміст упорядкованої частини целюлози з кристалографічною орієнтацією макромолекул. МКЦ характеризується хімічною стійкістю, нерозчинністю у воді та в органічних розчинниках, відсутністю смаку, запаху та забарвлення, що дозволяє використовувати її в якості наповнювача, стабілізатора та емульгатора в харчовій, косметичній і фармацевтичній промисловості [1].

Україна відноситься до аграрних країн, де щорічно вирощують мільйони тон сільськогосподарських рослин, у процесі переробки яких утворюється велика кількість целюлозовмісних відходів, що є альтернативними джерелами сировини для одержання целюлози.

Недеревна рослинна сировина, зокрема волокна конопель, характеризується значно підвищеним, порівняно з деревною, вмістом золи, що зумовлює необхідність проведення додаткових стадій обробки для зниження зольності МКЦ до рівня вимог стандартів [2, 3].

Тому метою дослідження є розробка технології отримання МКЦ із волокон конопель та оцінка її відповідності вітчизняним і міжнародним стандартам.

Для досягнення необхідних показників якості МКЦ вихідну сировину обробляли за запропонованою технологією.

Волокна конопель перед дослідженням очищали від костриці та подрібнювали до однорідних частин довжиною 3...5 мм. Для зниження вмісту мінеральних речовин попередню екстракцію подрібнених волокон

конопель проводили розчинами КОН різної концентрації протягом 30...210 хв. за температури 95 °С та гідромодуля 10:1. Після цього з метою зменшення вмісту лігніну та мінеральних речовин провели процес варіння целюлози розчином мурашиної кислоти (85 %) та розчином H_2O_2 (30 %) у співвідношенні 50:50 за гідромодуля 10:1 та температури 100 °С впродовж 60...210 хв. Наступною стадією був процес хелатування отриманої в результаті варіння целюлози розчином трилону Б з витратою 10 % від а.с.в. за температури 50 °С, рН = 3 протягом 30 хв. Для зниження ступеня полімеризації МКЦ провели гідроліз целюлози розчином CH_3COOH та розчином H_2O_2 у співвідношенні 50:50 протягом 90, 120 та 150 хв. за гідромодуля 10:1 та температури 100 °С.

Отримані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості МКЦ після проведення стадії гідролізу

Триваліс ть гідролізу, хв.	Зольніст ь, %	Сульфат на зола, %	СП
90	0,15	0,21	395
120	0,13	0,20	226
150	0,12	0,20	208

Отримані результати свідчать про те, що за показниками якості одержані зразки відповідають вимогам МКЦ за ступенем полімеризації та зольністю технічних умов [2], але потребують проведення додаткових обробок для зменшення вмісту мінеральних речовин для досягнення вимог міжнародних стандартів [3].

Перелік посилань:

1. Аутлов С.А., Базарнова Н.Г., Кушнир Е.Ю. Микрокристаллическая целлюлоза: структура, свойства и способы применения (обзор) // Химия растительного сырья. — 2013. — №3. — С. 33–41.
2. Целлюлоза микрокристаллическая: ТУ 9199-001-07508109-2004.
R.C. Rowe. Handbook of Pharmaceutical Excipients/ R. C. Rowe, P. J. Sheskey, M. E. Quinn. — 2009. — London: RPS Publishing. — P. 129–134.

ОДЕРЖАННЯ ПШЕНИЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ ХІМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ

магістрант Ковальчук В.О., аспірант Ященко О., к.х.н., доц. Барбаш В.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Основною сировиною для отримання целюлози різного призначення є хвойна та листяна деревина. Оскільки її запаси і приріст не забезпечують зростаючі потреби у виробництві картонно-паперової і хімічної продукції, існує потреба в альтернативних джерелах сировини, до яких відносяться однорічні рослини, зокрема, стебла злакових культур [1].

Метою даної роботи є одержання екологічно більш чистим способом солом'яної целюлози для подальшої її хімічної переробки. Для цього проводили варіння целюлози пероцтовим способом з використанням розчинів льодяної оцтової кислоти і пероксиду водню у співвідношенні 70 : 30 за температури 95 °С і гідромодуля 10:1. Для зменшення вмісту екстрактивних речовин проведена попередня лужна обробка подрібнених стебел соломи пшениці 5 % розчином NaOH. Результати дослідження впливу тривалості пероцтового варіння на показники якості пшеничної целюлози наведено нижче.

Трив алість оброб ки, хв	Вихі д, %	Вміст залишко вого лігніну, %	Зол ьність, %	Ступін ь поліме ризації
Лужна обробка				
120	54,9	9,90	0,87	-
Пероцтове варіння				
90	84,7	0,92	0,20	355
120	84,5	0,74	0,16	318
150	81,1	0,16	0,12	202

Таким чином, проведенням лужної обробки і пероцтового варіння отримана солом'яна целюлоза, яку можна використовувати для подальшої хімічної переробки.

Перелік посилань:

Барбаш В. А., Дейкун І. М. Хімія рослинних полімерів/ Навчальний посібник. Під редакцією В. А. Барбаша – Київ: Едельвейс, 2014. – 440с.

УДК 620.93

ПРОЕКТ ПЛАВАЮЧОЇ РІЧКОВОЇ МІКРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З НИЗЬКОШВИДКІСНОЮ ГІДРОДИНАМІЧНОЮ ТУРБІНОЮ З САМОРЕГУЛЮЮЧОЮ СИСТЕМОЮ РУХОМИХ ЛОПАТЕЙ

магістрант Мулярчук М. А., інженер-механік Мулярчук А. П.

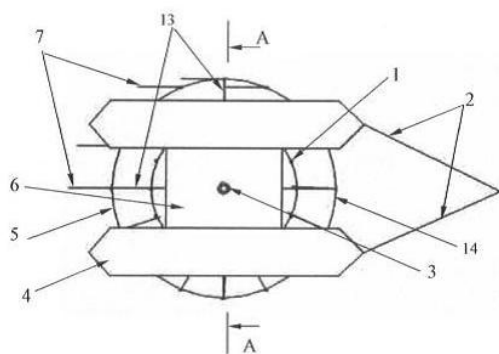
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

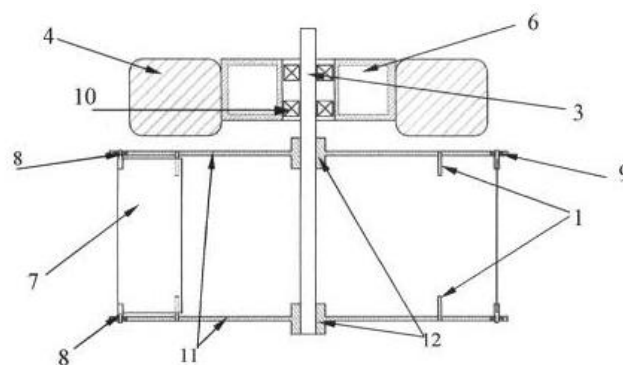
На сьогодні в Україні для виробництва електроенергії використовують ~30% гідроенергетичного потенціалу великих річок і лише ~3% потенціалу малих річок [1]. Це пояснюється рівнинним характером течії більшості річок нашої держави. Тому будівництво нових ГЕС обмежене фізичними, географічними, екологічними та економічними чинниками.

Метою роботи є спроба розробити просту та дешеву у виготовленні й експлуатації безгребельну компактную мікроелектростанцію, яка б для отримання електроенергії використовувала гідродинамічний тиск потоку великих і малих рівнинних річок України.

Авторами запропонована конструкція низькошвидкісної гідродинамічної турбіни з саморегулюючою системою рухомих лопатей (патент на корисну модель UA 80343U), яка належить до гідроенергетики, а саме до техніки перетворення енергії течії рівнинних та гірських річок в механічну енергію обертання вала.



а



б

Рисунок 1 – Схема низькошвидкісної гідродинамічної турбіни з саморегулюючою системою рухомих лопатей.

Низькошвидкісна гідродинамічна турбіна (рисунок 1а, 1б) з саморегулюючою системою рухомих лопатей 7 містить платформу 6 з поплавками 4, в якій в підшипниках 10 закріплений вал 3, на якому жорстко закріплені два паралельних зварних колеса 11, кожне з яких містить ступицю 12, шпиці 13 та два ободи 5, 14 різних діаметрів у вигляді плоских шайб, осі 8 обертання лопатей турбіни кріпляться в підшипниках 9, що містяться на зовнішніх ободах 5, стопори 1 (обмежувачі кругового руху лопатей) кріпляться до внутрішніх ободів.

Турбіна обертається за рахунок кінетичної енергії природного потоку води, що чинить тиск на лопаті 7, які, знаходячись в робочій зоні, спираються на стопори 1 і розташовуються перпендикулярно або під кутом до напрямку руху води. Лопаті 7, що знаходяться в зоні холостого ходу, під дією течії займають положення паралельне до потоку води і майже не чинять опору руху води [2].

Запропонована турбіна може служити приводом для стаціонарних та плаваючих мікроелектростанцій, які можна буде використовувати на рівнинних та гірських річках.

Плаваюча безплотинна мікроГЕС з низькошвидкісною гідродинамічною турбіною з саморегулюючою системою рухомих лопатей та кільцевим багатополосним генератором з ротором на ободі колеса ефективно працюватиме в природних потоках як рівнинних річках, так і на деяких ділянках гірських річок (діапазон швидкостей течії – від 0,6 м/с до 5 м/с і більше в залежності від запасу міцності конструкції) без зміни характеру течії.

Для запуску плаваючої безплотинної мікроГЕС її потрібно просто опустити в воду, для її роботи не потрібні жодні додаткові надбудови та пристрої (плотина, диреваційний канал-рукав), не потрібний перепад рівня води – колесо турбіни обертається під водою в горизонтальній площині під дією течії річки. Частота обертання турбіни становитиме 15 – 60 об/хв, ресурс механічної частини при таких обертах – 200-250 млн. циклів – 8-25

років. При вмерзанні плаваючої платформи в лід, турбіна продовжуватиме обертатися і генератор буде виробляти електроенергію. Кільцевий багатополіусний генератор на феритних магнітах може ефективно працювати при надмалих обертах (від 15 об/хв.) турбіни з діаметром колеса 2 м та при швидкості течії 1,5 м/с видавати потужність ~ 800 Вт.

Виготовлена плаваюча безплотинна мікроГЕС з шіснадцятилопатною турбіною (площа лопаті $0,02 \text{ м}^2$, діаметр колеса 56 см, висота колеса 25 см) при випробуваннях на Дністрі при приблизній швидкості 1,6 м/с дала механічну потужність на валі турбіни ~110 Вт (Фото 2).

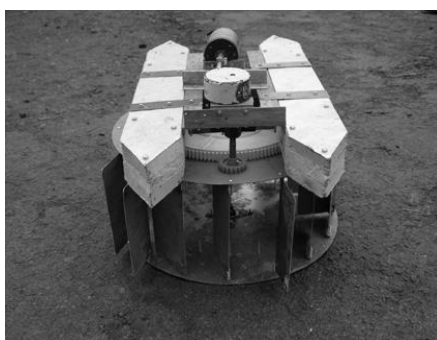


Фото 2. Плаваюча

безплотинна

мікроГЕС

Плаваюча безплотинна мікроГЕС з тридцятидвохлопатною низькошвидкісною гідродинамічною турбіною з саморегулюючою системою рухомих лопатей (площа лопаті $0,2 \text{ м}^2$, діаметр колеса 2 м, висота колеса 1 м) при швидкості течії 1,5 м/с видасть електричну потужність ~800 Вт (розрахункові дані). Плаваюча безплотинна мікроГЕС є оригінальною по своїй конструкції, може працювати з потоками води в широкому діапазоні швидкостей, на незначних глибинах (від 1-2 м), при незначних забрудненнях (гілки дерев, побутове сміття) поверхні річок та служити автономним чи аварійним джерелом живлення для приватного та комунального сектора.

Перелік посилань:

1. В. М. Складенко та ін.. Енциклопедія України. – Харків: Фоліо. 2006. – 463 с.
2. Патент на корисну модель UA 80343U – 2013.

**МАТЕМАТИЧНІ ОПИСИ В ДОСЛІДЖЕННІ ВПЛИВУ СТУПЕНЯ
ЗАМІЩЕННЯ МОДИФІКОВАНИХ КУКУРУДЗЯНИХ КРОХМАЛЬНИХ
КЛЕЇВ У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ**

спеціаліст Мушинський М.С., к.т.н., доцент Плосконос В.Г

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою даної роботи є розроблення та використання математичних описів в процесі дослідження впливу ступеня заміщення модифікованих кукурудзяних крохмальних клеїв на фізико-механічні показники паперу та картону.

Задачі такого класу пропонується вирішувати в декілька етапів. На першому із них було запропоновано побудову матриці інформативного експерименту, яка характеризує здатність досліджуваного об'єкта надати максимальну інформацію про можливу кількість різних своїх станів (властивостей), незалежно від внутрішньої структури досліджуваного об'єкта, а також забезпечує максимальну достовірність результатів експериментальних досліджень в умовах випадкових "шумових" перешкод.

Другий етап – реалізація експерименту у відповідності з розробленою матрицею та побудова адекватних математичних описів, які відображають вплив ступеня заміщення модифікованого кукурудзяного крохмального клею на фізико-механічні показники паперу та картону.

На цьому етапі авторами пропонується використання методології синтезу математичних моделей, розробка якої була проведена в 80-і роки минулого століття Інститутом Кібернетики ім. Глушкова АН УРСР. Як показала практика використання цієї методології, найбільш ефективним для розроблення математичних моделей є використання методу групового урахування аргументів (МГУА) [1].

У відповідності з отриманим в лабораторних умовах масивом експериментальних даних створено математичні описи за показниками міцності паперу, а саме:

а) математична модель за показником опору роздиранню, мН

$$Y_1 = 335,27 + 4,26 \cdot 10^{-2} \cdot X_1^2 + 6,19 \cdot 10^2 \cdot X_2 - 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot X_1^2 \cdot X_4^2 + 10^1 \cdot X_3 \cdot X_4^2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує

1,58 %.

б) математична модель за показником міцності на злом під час багаторазових перегинів, ч.п.п.

$$Y_2 = 9,89 + 4,14 \cdot 10^{-6} \cdot X_1^4 + 6,62 \cdot X_1^2 \cdot X_3^2 - 9,30 \cdot 10^3 \cdot X_3^2 \cdot X_4^2 - 10^2 \cdot X_3 \cdot X_4$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує

1,10 %.

в) математична модель за показником розривної довжини, м

$$Y_3 = 1622,53 + 7,44 \cdot 10^{-1} \cdot X_1 - 1,17 \cdot 10^3 \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_2) - 3,54 \cdot 10^2 \cdot X_4 \cdot \cos(X_4) + 2,92 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_3)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,86 %.

Аналіз наведених математичних моделей дозволяє зробити висновки, що всі створені математичні моделі логічні, розроблені з похибками, що не перевищують 5% і дають можливість оцінювати вплив досліджуваних факторів в тих точках факторного простору, де експеримент фізично не проводився.

Перелік посилань:

1. Кикоть В.С., Плосконос В.Г. Идентификация характеристик сложных проектируемых систем с использованием принципов самоорганизации и топологического метода анализа. – Автоматика, 1986, №3, с.34-42.

2. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник для ВУЗів. - Кит: ЕКМО. - 2008. - 425 с.

ОДЕРЖАННЯ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ БАВОВНЯНИХ ВОЛОКОН З ВИКОРИСТАННЯМ ОКСОНУ

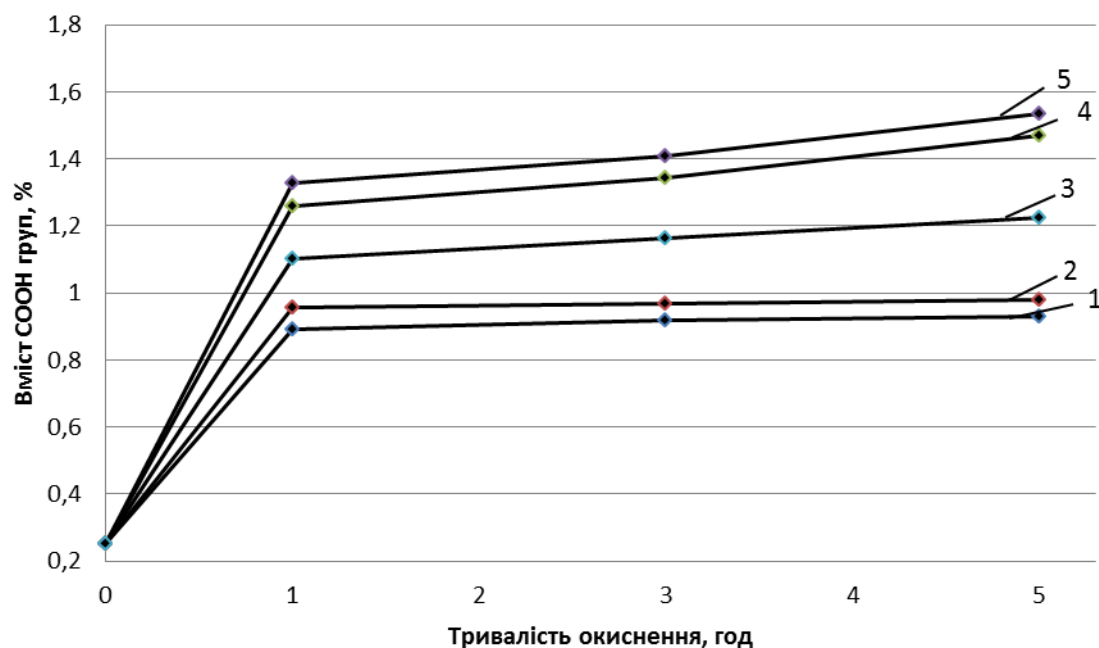
магістрант Нікітюк Ю.Я., к.х.н., доцент Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Целюлоза є найбільш розповсюдженим і відновлюваним біополімером на планеті [1]. Розробка методів синтезу похідних целюлози, що характеризуються бактерицидними властивостями, дозволяє створювати нові види целюлозних матеріалів, які можуть ефективно використовуватися у різних галузях промисловості, побуті, медицині [2]. За рахунок окиснення гідроксильних груп елементарних ланок целюлози одержують так звану оксицелюлозу, яка характеризується бактерицидними властивостями. В залежності від виду окисника і технологічних параметрів окиснення отримують оксицелюлозу із різним вмістом карбоксильних груп і, відповідно, різними антимікробними властивостями.

У роботі досліджено процес окиснення целюлози із бавовняних волокон розчинами Оксону ($2\text{KHSO}_5 \cdot \text{KHSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$), активним компонентом якого є калієва сіль кислоти Каро - моноперсульфат калію KHSO_5 . Оскільки Оксон є слабким окисником [3], то для інтенсифікації процесу окиснення бавовняних волокон запропоновано додаткове барботування кисню повітря через досліджений розчин целюлози. Для цього застосовували установку, яка складається із компресору, круглodonної колби, водяної бані та з'єднувальних гумових і скляних трубок. Перед використанням бавовняні волокна механічно подрібнили до розмірів довжиною не більше 5 мм і зберігали в ексікаторі для забезпечення постійної вологості. Окиснення волокон бавовни проводилося з витратами окисника від 100 до 300 % від абсолютно-сухої целюлози за температури 20 і 40 °С та тривалості від 1 до 5 годин. Залежність вмісту карбоксильних груп оксицелюлози від тривалості процесу окиснення наведено на рис. 1.



Рис

унок 1 – Залежність вмісту COOH груп від тривалості окиснення за різних температур та витрат концентрацій окисника : 1 – Оксон 100%, 20°C; 2 – Оксон 100%, 40 °C; 3 – Оксон 200%, 30 °C, 4 – 300%, 20°C; 5 – Оксон 300%, 40°C.

Як видно з наведених даних, вміст карбоксильних груп збільшується за збільшення тривалості процесу окиснення. При цьому для отримання оксицелюлози з підвищеними значеннями вмісту карбоксильних груп процес окиснення целюлози Оксоном рекомендується проводити за підвищеної температури і тривалості. Проведення процесу окиснення Оксоном бавовняної целюлози за таких умов дозволяє отримати оксицелюлозу із вмістом карбоксильних груп до 1,54 %.

Перелік посилань:

1. Klemm D, Kramer F, Moritz S, Lindström T, Ankerfors M, Gray D, Dorris A. Nanocellulose: a new family of nature-based material // *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011, 50, p. 5438–5466.

2. Генъш К.В., Базарнова Н.Г. Окисленная целлюлоза. Получение. Применение в медицине // *Химия растительного сырья*, 2013, 13 - 20 с.

DuPont™ Oxone® monopersulfate compound, General Technical Atributes, 2008, 1 - 4 с.

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ РОЗЧИНОМ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

магістрант Савченко С.С., к.т.н., доц. Трембус І.В.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

У загальній кількості недеревної сировини, що використовується в целюлозо-паперовій промисловості (ЦПП), перше місце за обсягами переробки займає солома злакових культур, особливо пшенична, житня та рисова. Щорічно в залежності від врожайності та виду злаку з 1 га збирають 1,4 – 3,5 т абс. сух. соломи [1]. Основна частина зібраної соломи використовується сільським господарством як грубий корм та підстилка для худоби. Вважається, що в Україні щорічно не використовується до 20 % соломи зернових культур, що становить більше 4 млн. т. Найбільша кількість соломи залишається на полях Кіровоградської, Херсонської, Одеської, Дніпропетровської, Миколаївської та Черкаської областей [2].

Альтернативою найбільш розповсюдженим у світовій практиці ЦПП екологічно шкідливим, енергоємним, багатостадійним технологіям одержання целюлози із деревини є органосольвентні способи делігніфікації рослинної сировини [2].

В даній роботі було розглянуто використання стебел пшеничної соломи, як сировини для отримання ВНФ окисно-органосольвентним способом варіння. Цей спосіб делігніфікації вибрано з врахуванням особливостей переробки недеревної рослинної сировини.

Метою даного дослідження було визначення оптимального співвідношення оцтової і мурашиної кислот у запропонованій системі окисно-органосольвентного варіння пшеничної соломи.

Окисно-органосольвентне варіння стебел соломи проводили варильним розчином 60 %-вої мурашиної та оцтової кислот, за їх співвідношення від 30:70

до 70:30 об'ємних %, за температури 100 °С, тривалості 180 хвилин, гідромодуля 10 : 1. Результати досліджень наведено на рис. 1.

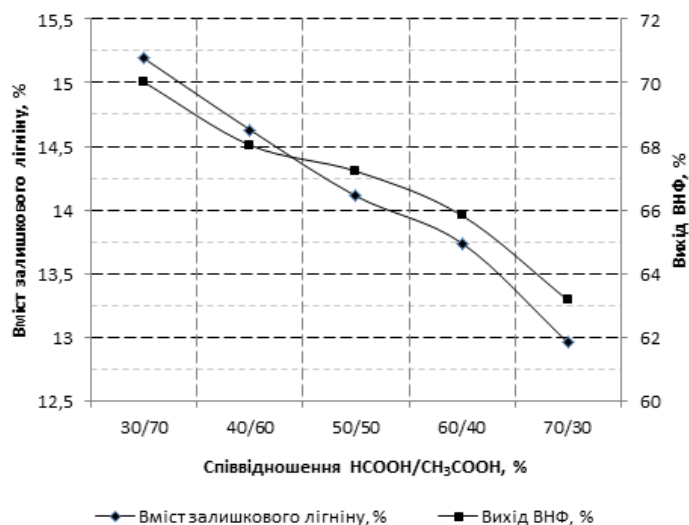


Рисунок 1 – Залежність показників якості солом'яних ВНФ від вмісту мурашиної кислоти у варильному розчині

З даних, наведених на рис. 1, видно, що зі зростанням вмісту у варильному розчині мурашиної кислоти вихід одержаних ВНФ та вміст залишкового лігніну зменшуються, що пов'язано з інтенсифікацією процесу деструкції лігніну за рахунок розщеплення α - і β -етерних алкиларильних зв'язків макромолекул лігніну, розчинення екстрактивних і мінеральних речовин та вуглеводів рослинної сировини і переведення їх до варильного розчину.

Тому можна вважати, що мурашина кислота в запропонованому способі делігніфікації є основною делігніфікуючою речовиною, так як має кислотність на порядок вищу, у порівнянні з оцтовою.

Перелік посилань:

1. Барбаш В. А., Дейкун І. М. Хімія рослинних полімерів/ Навчальний посібник. Під редакцією В.А. Барбаша — Київ: Едельвейс, 2014. — 440с.

2. Барбаш В.А. Органосольвентные способы получения волокнистых полуфабрикатов из пшеничной соломы / В.А. Барбаш, И.В. Трембус, В.М. Шевченко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2009. – № 1.–С. 37–41.

ВИВЧЕННЯ СОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК АРСЕНУ (V) КОМПОЗИЦІЙНИМИ СОРБЕНТАМИ

доцент Овсянкіна В.О., студентка Бойко М.Ю.

НТУУ "КПІ", м.Київ, пр. Перемоги, 37

Серед різноманітних забруднювачів особливу небезпеку для живих організмів і здоров'я людини несуть важкі метали. В природних водах вони існують у вигляді солей, розчинених у воді, або сорбованих на композитах донних відкладень. Їх міграція здійснюється шляхом сорбційно-десорбційних процесів. Тобто вони лише перерозподіляються з одного природного резервуару в інший, взаємодіючи з живими організмами. Завдяки здатності до біоаккумуляції вони характеризуються високою токсичністю навіть у відносно малих концентраціях. В природі від них майже не існує надійних механізмів самоочищення, а в умовах активного збільшення антропогенного навантаження на природні водойми ця проблема постає особливо гостро.

Сорбція є одним із перспективних методів очистки води від важких металів.

Так як оксиди та гідроксиди деяких металів являються складовими частинами ґрунту та донних відкладень на яких відбувається накопичення важких металів, в цьому процесі використовуються оксигідратні іонообмінні сорбенти. Вони характеризуються вираженою селективністю поглинання по відношенню до багатозарядних іонів, а також високою швидкістю адсорбції та достатньою хімічною та фізичною стійкістю.

В даній роботі було проведено дослідження процесу очищення води від NaH_2AsO_4 сорбентами, що складаються з аніоніту *DowexSBR* у який вводиться 1 та 2 шари неорганічного гідратованого оксиду цирконію та 1, 2, 3, 5 шарів подвійного гідратованого оксиду цирконію та феруму у співвідношенні 1:1, та катіоніту HCR-S/S модифікація якого проводилась

золь-гель методом з гідротермальною обробкою зі включенням оксиду цирконію.

Було встановлено, що завдяки включенню в структуру матриці іонообмінного матеріалу до 50 % неорганічної складової відбувається збільшення загальної адсорбційної ємності по арсенатам на 34,78% з в порівнянні з органічним аніонітом *DowexSBR – P* при нейтральних значеннях рН.

Відбулося зсування в область низьких концентрацій, в межах до 100 мг/л., що призводить до значного збільшення об'єму очищеного розчину для арсенату при застосуванні сорбента

DowexSBR – P + Zn – Fe(1) ($A = 21,8 \frac{\text{мг}}{\text{г}}$)

УДК 628.16

ВИВЧЕННЯ СОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК СВИНЦЮ (II) КОМПОЗИЦІЙНИМИ СОРБЕНТАМИ

доцент Овсянкіна В.О., студентка Бойко М.Ю.

НТУУ "КПІ", м.Київ, пр. Перемоги, 37

Однією з гострих проблем сьогодення є забруднення навколишнього середовища сполуками свинцю. У водойми деяка кількість свинцю надходить з ґрунту, але вирішальний внесок в цю сферу вносить діяльність людини, особливо у вигляді промислових стічних вод і вихлопних газів автотранспорту. Природні води, вихлопні гази автотранспорту та викиди промислових підприємств є головними джерелами забруднення свинцем ґрунту, а через нього – рослин. Беручи до уваги токсичність свинцю і його сполук, а також ті обставини, що забруднення безперешкодно мігрують по всій планеті, захист від них потрібно вважати важливим міжнародною справою.

В роботі було проведено дослідження процесу очищення води від $Pb(NO_3)_2$ сорбентами, що складаються з катіоніту *DowexHCR – S* на який вводиться від 1 до 6 шарів гідратованих оксидів феруму, цирконію, стануму.

В структуру матриці іонообмінного матеріалу було включено до 50 % неорганічної складової, завдяки чому було досягнуто збільшення загальної адсорбційної ємності по свинцю на 77,6% в порівнянні з органічним аніонітом *DowexHCR – S*.

Відбулося зсування в область низьких концентрацій, в межах до 100 мг/л., що призводить до значного збільшення об'єму очищеного розчину для свинцю $DowexHCR – S + Fe_3O_4$

Лужні оксигідратні сорбенти ($DowexHCR – S + Me_xO_y$) краще використовувати для вилучення із водних розчинів сполук свинцю, а кислі гідратовані сорбенти ($DowexSBR – P + Me_xO_y$) краще підходять для сорбції сполук миш'яку.

УДК 628.16

**РОЗРОБКА НАУКОВО-ОБГРУНТОВАНОГО КОМПЛЕКСНОГО
МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДОСТОВІРНОЇ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУ
РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПЕРЕТВОРЕННІ
ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» ЧАЕС НА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНУ
СИСТЕМУ**

доцент Овсянкін В.О., студентка Корепанова К.В.

НТУУ "КПІ", м.Київ, пр. Перемоги, 37

26 квітня 1986 на четвертому енергоблоці Чорнобильської атомної електростанції (ЧАЕС) сталася найбільша аварія в історії атомної енергетики. Аварія призвела до руйнування активної зони реактора і супроводжувалася викидом у навколишнє середовище великої кількості газо-аерозольної суміші радіонуклідів. Протягом декількох місяців після аварії, над зруйнованим енергоблоком було побудовано захисну споруду і об'єкт "Укриття" (ОУ). Оскільки, будівництво проводилося в надзвичайно складних радіаційних умовах і в найкоротші терміни, створена споруда має суттєве обмеження щодо часу експлуатації.

Дослідження, проведені після мінімізації наслідків аварії на промайданчику ЧАЕС, показали, що радіоактивні речовини, які локалізовані в ОУ, перебувають у різному фізичному стані, в тому числі і у вигляді пилу. Даний паливний пил становить велику небезпеку для людини. У зв'язку з тим, що кількість такого пилу не може бути виміряна, а метод оперативного індивідуального вимірювання доз внутрішнього опромінення відсутній (на момент проведення досліджень), проблема оцінки доз опромінення технічного персоналу і впливу пилу на навколишнє середовище під час виконання робіт є однією з найбільш актуальних.

На підставі адаптації та оптимізації існуючих моделей розсіювання радіонуклідів в атмосфері був розроблений комплексний методичний підхід для отримання достовірних результатів прогнозу зміни радіоекологічної обстановки при перетворенні об'єкту "Укриття" в екологічно безпечну

систему. При цьому був розроблений ряд оригінальних моделей викидів і нові параметри для них як основи запропонованого комплексного методу, який був реалізований у вигляді пакету обчислювальних програм.

На основі аналізу чутливості розрахунку інгаляційних доз показано, що основний внесок у дозу опромінення (близько 93%), обумовленого інгаляційним надходженням радіонуклідів. Аналіз чутливості впливу вихідних даних на результати розрахунку доз внутрішнього опромінення показує, що величина коефіцієнта вторинного пилопідйому має найбільший вплив на кінцевий результат розрахунків.

Проведено аналіз чутливості і похибок розрахунків викидів, який показав, що в умовах об'єкту "Укриття" відносна похибка розрахунків становить приблизно порядок. Виходячи з цього, була показана необхідність використання консервативного підходу, що полягає у виборі найбільших значень викидів і їх впливів в якості верхньої межі оцінки впливів. Аналіз радіаційних впливів в умовах практичної реалізації проектів щодо перетворення об'єкта "Укриття" показав, що сумарні викиди радіонуклідів під час виконання робіт зі стабілізації об'єкта "Укриття" складуть близько 2-Ю4 Бк, при цьому, активність викидів при виконанні конкретних технологічних операцій оцінена від 10 до 10 Бк. При виконанні робіт експериментально підтверджено, що навіть при значному збільшенні об'ємної активності повітря, запропоновані протирадіаційні заходи зменшують вплив викидів на персонал до значень, що не перевищують допустимих меж, встановлених у нормативних документах.

СЕКЦІЯ 6

«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

УДК 664.854

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ ЗНЕВОДНЕНИХ КОНВЕКТИВНО-
ТЕРМОРАДІАЦІЙНИМ ЕНЕРГОПІДВЕДЕННЯМ.**

студент Байдаєв Р.В., к.т.н. доц. Дубковецький І.В., асп. Бурлака Т.В.
д.т.н., проф. Малежик І.Ф., к.т.н., доц. Копиленко А.В.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Фізико-хімічні зміни, які відбуваються в процесі сушіння впливають на якість зневодненого продукту, але можуть бути відновлені обводненням. Такі властивості як колір, текстура, щільність, пористість і сорбційні характеристики зневоднених матеріалів залежать переважно від способу сушіння. Дані властивості характеризують якість зневодненої продукції, тому спосіб і умови сушіння мають, важливе значення.

Результати досліджень показують, що зміна об'єму рослинних продуктів як правило пропорційна кількості поглиненої води. Загально прийнято, що ступінь регідратації залежить від ступеня клітинного та структурного руйнування. Під час сушіння проходять процеси руйнування клітин, ущільнення структури, зсихання капілярів зі зменшенням гідрофільних властивостей, що призводить, до неможливості поглинання достатньої кількості вологи для повного відновлення. Під час процесу регідратації у сухому пористому матеріалі зануреному у воду проходять декілька одночасних змін: вмісту вологи і сухих речовин, пористості об'єму і температури.

Нами досліджено структурні властивості культивованих грибів під час сушіння різними способами, а саме конвективним, інфрачервоним і радіаційно-конвективним та побудовані ізотерми. Ізотерми представлені графічно (Рис.) як $a = f(P/P_s)$, де a – величина адсорбції в мм\г, P/P_s – відносний тиск парів адсорбтива.

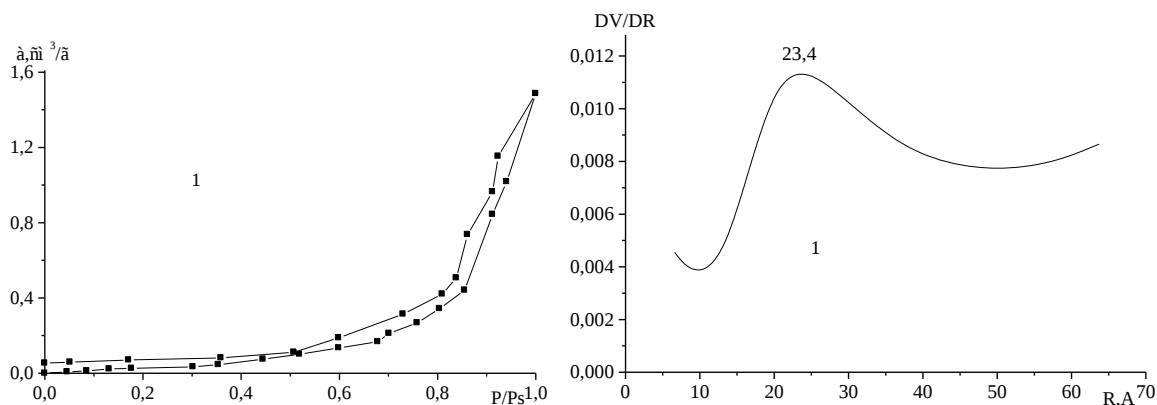


Рис. Ізотерми сорбції та десорбції сушених культивованих грибів радіаційно – конвективним способом при температурі 70 °С

На підставі експериментальних ізотерм адсорбції-десорбції розраховувалася питома поверхня зразка S , граничний сорбційний об'єм пор V_s і середній діаметр пор d (табл.).

Таблиця

Структурні характеристики зразків, які були зняті у парах води

№п\п	Температура теплоносія, °С	S , м²\г	R^2	V_s , см³\г	D , А
1.	70	120	0,8885	1,49	497
2.	40	142	0,8307	1,51	425

де S , м²\г – питома адсорбційна поверхня зразків (монослой, верхній шар); V_s , см³\г– сорбційний об'єм пор зразків (найбільша кількість води, яку може взяти зразок при 20 °С з тиском 17,54 ммрс); R^2 – квадрат похибки розрахунку питомої адсорбційної поверхні; D , А – діаметр пор у ангстремах.

Діаметр пор визначали за наступною формулою:

$$D = \frac{4V_s}{S}$$

Перелік посилань

1. Дубковецький І.В., Малезик І. Ф., Бурлака Т. В., Л.В. Стрелченко, Євчук Я.В. Дослідження сушіння культивованих грибів різними інфрачервоними випромінювачами./ ОНАХТ, Наукові праці, 2015, випуск № 47, том 2, ст. 12-18.

ПРИСКОРЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДСТОЮВАННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАРОКОНДЕНСАЦІЙНОЇ КАВІТАЦІЇ

Лазарів І.Р., студент, Копиленко А.В., к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій

Жеплінська М.М., к.т.н., доцент

Національний педагогічний університет ім. М.П.Драгоманова

Мета роботи полягала в знаходженні ефективного режиму використання пароконденсаційної кавітації при виробництві яблучного соку для досягнення мінімального часу на відстоювання та покращення прозорості соку.

Яблучний сік отримували в лабораторних умовах механічним шляхом. Яблука подрібнювали на терці, потім м'язгу вкладали в полотняну тканину, і по типу кошикового пресу отримували сік.

Використовувались яблука осінньо-зимового сорту Айдаред, так як вони мають щільну тканину, яка дає можливість отримати м'язгу, що добре пресується. Вихід соку з такої м'язги складає 80% і більше.

Сік обробляли парою з потенціалами 0,12; 0,16 та 0,2 МПа при різному температурному перепаді (інтервал 10°C) на лабораторній установці.

Пару одержували в котлі. В досліджуваний сік, який знаходився в скляній посудині об'ємом 300 мл, поміщали барботер висотою $h=100$ мм. Сама скляна посудина знаходилася в фарфоровому стакані.

Дослідженнями встановлені мінімальна величина забарвленості і максимальна величина прозорості, отримані при тиску пари $p=0,12$ МПа, що відповідає максимальній величині вмісту осаду після центрифугування.

Встановлено, що оброблення соку в пароконденсаційному кавітаційному пристрої значно покращує седиментаційні властивості обробленого соку і, відповідно підвищується продуктивність відстійників.

В яблучному соці визначали вміст аскорбінової кислоти. Результати представлено в таблиці, з якої видно, що відбувається зменшення вмісту

аскорбінової кислоти за рахунок впливу дії кавітації та підвищення температури. Найгірше впливає пара з тиском $p=0,12$ МПа, а при 0,16 і 0,2 МПа кількість аскорбінової кислоти залишається більшою. Видно, що просте нагрівання і проведення пароконденсаційної кавітації з яблучним соком дають фактично однакові значення вмісту аскорбінової кислоти, але враховуючи незначне розбавлення соку конденсатом пари, можна говорити про дещо вищі значення вмісту аскорбінової кислоти в соці, обробленому пароконденсаційною кавітацією.

Вміст аскорбінової кислоти залежно від температури та способу нагрівання

Тиск, МПа	Вміст вітаміну С, мг/100г							
	Температура, С							
	30		40		50		60	
	пара	нагрівання	пара	нагрівання	пара	нагрівання	пара	нагрівання
0,12	1,05	1,03	0,7	0,9	0,7	0,6	0,4	0,5
0,16	1,03	1,03	1	1,01	0,7	0,7	0,5	0,4
0,2	1,01	1,02	1	1,02	0,7	0,5	0,5	0,3

Висновки. 1. Оброблення яблучного соку в пароконденсаційному кавітаційному пристрої дозволяє покращити седиментаційні властивості обробленого соку, завдяки чому підвищується продуктивність відстійників.

2. Отримані дані дозволяють встановити режим оброблення: тиск пари $p=0,2$ МПа до температури соку 40-50°C.

3. Вміст аскорбінової кислоти в обробленому соці є вищим, ніж при простому нагріванні.

4. Природні властивості соку зазнають мінімальних змін за рахунок дії невисоких температур за короткий проміжок часу.

УДК 664.854

РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ ПРИ КОНВЕКТИВНО-ТЕРМОРАДІАЦІЙНОМУ СУШІННІ

студент Макаров М.М., к.т.н. доц. Дубковецький І.В.,

д.т.н., проф.. Малежик І.Ф., асп. Бурлака Т.В.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Сушіння - найдавніший метод консервування харчових продуктів і являє собою один з найбільш поширених процесів, що використовуються в цілях підвищення продовольчої стабільності, так як він знижує активність води в продукті, зменшує мікробіологічну активність і зводить до мінімуму фізичні та хімічні зміни в процесі зберігання .

Інфрачервона сушка є ефективним способом дегідратації. Енергія ІЧ-випромінювання передається від нагрівального елементу до поверхні продукту без нагріву навколишнього повітря. Випромінювання падає на відкритий матеріал, проникає в нього, а потім перетворюється на відчутне тепло. У перебігу процесу сушіння постійно змінюються поглинальна, відбивальна і пропускна здатність продукту через зниження вмісту води в ньому. Поглинання, товщина поглинаючого шару і пропускна здатність залежать від довжини хвилі ІЧ-випромінювання і властивостей опромінених матеріалів.

Швидкість випаровування вологи n_w [кг м⁻² с⁻¹] з поверхні зразка може бути визначена декількома способами. Одним з них є математичний вираз швидкості випаровування вологи з рівняння балансу перенесення енергії при інфрачервоному сушінні, яке написано у відповідності з законом збереження енергії (рис. 1) і має наступний вигляд:

$$Q_A = Q_S + Q_{konv} + Q_{kond} + Q_{odp}, \quad (1)$$

де Q_A - поглинений тепловий потік продуктом від інфрачервоних генераторів і зовнішнього конвективного калорифера, Вт;

Q_S - тепловий потік випромінюванням від продукту у навколишнє середовище, Вт;

Q_{konv} - тепловий потік конвекцією від продукту в навколишнє середовище, Вт;

Q_{kond} - тепловий потік кондукцією в матеріалі, Вт;

Q_{odp} - тепловий потік випаровуванням вологи з матеріалу, Вт.

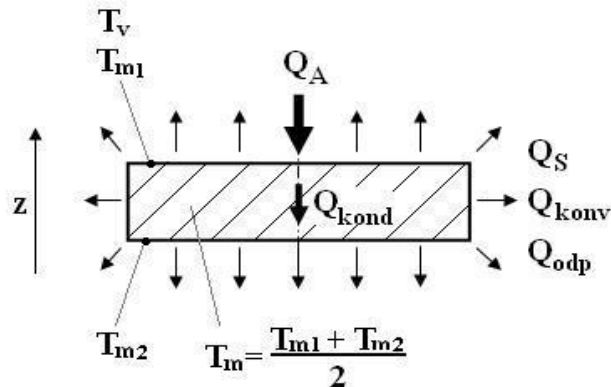


Рис. . Розподіл поглиненого теплового потоку.

Швидкість випаровування вологи n_w можна виразити з рівняння теплового потоку шляхом випаровування Q_{odp} , яке має наступний вигляд:

$$Q_{odp} = q_{odp} S = n_w r_w S \quad (2)$$

Таким чином, швидкість випаровування вологи n_w [кг м⁻² с⁻¹] дорівнює:

$$n_w = \frac{Q_{odp}}{r_w S} \quad (3)$$

У цьому рівнянні r_w є теплотою пароутворення води і знайти його значення можна у відповідних таблицях ($r_w = 2358$ кДж кг⁻¹), а S [м²] це площа всієї поверхні зразка, що висушується. $S = 2\pi R(R + H)$ [м²] (4)

Тепловий потік випаровуванням Q_{odp} визначається з рівняння балансу перенесення енергії при ІЧ сушінні (1):

$$Q_{odp} = Q_A - Q_S - Q_{konv} - Q_{kond} \quad (5)$$

Перелік посилань

1. Патент на корисну модель 97303 Україна / Радіаційно-конвективна сушильна установка / Дубковецький І.В., Малежик І.Ф., Бурлака Т.В., Стрельченко Л.В.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗДІЛЕННЯ У МІКРОБІОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

ст. Косенко Т. В., Шковира А. В., доц. Копиленко А. В.

Національний університет харчових технологій

З метою інтенсифікації виділення дріжджових клітин з культуральної рідини використовується процес центрифугування зрілих суспензій. При цьому у залежності від властивостей неоднорідних систем може застосовуватись або відцентрове фільтрування, або відцентрове осадження твердої фази. Зазвичай відцентровим фільтруванням відділяють кристалічну або аморфну фазу від дисперсійної фази грубодисперсних суспензій. При необхідності розділення емульсій або непридатних до фільтрування суспензій використовують центрифуги відстійного типу.

Для порівняння і характеристики ефективності роботи центрифуг використовується т.з. індекс продуктивності:

$\Sigma = F \cdot Fr$; де F – поверхня розділення; Fr – фактор розділення.

Продуктивність центрифуг зростає при збільшенні кількості обертів барабана та його висоти, а для збільшення ефективності процесу відцентрового осідання доцільним є ділення живлення апарата на тонкошарові паралельні потоки.

Підвищення ефективності розділення досягається раціональним вибором частоти обертання ротора, зміни швидкості подачі та відведення продуктових потоків, вибору оптимальної відстані між відстійними поверхнями апарата.

Високими значеннями індекса продуктивності відрізняються центрифуги з ножовим зніманням осаду. Такі апарати завдяки своїй універсальності можуть бути використані для розділення суспензій різної дисперсності та вмісту твердої фази.

Конструктивно та за принципом дії близькими до осаджувальних центрифуг являються рідинні сепаратори, призначені для розділення

суспензій та емульсій. Використання сепараторів дозволяє суттєво підвищити інтенсивність концентрування мікроорганізмів при незмінній якості згущеної суспензії. Для визначення швидкості осідання частинок у сепараторі застосовували рівняння:

$$w_{oc} = \frac{d^2 n^2 R (\rho_q - \rho_p) \pi^2}{18 \mu_p 900};$$

де n – кількість обертів барабана, 1/хв.; ρ_q – густина частинок твердої фази, кг/м³; ρ_p – густина рідкої фази, кг/м³; μ_p – коефіцієнт динамічної в'язкості рідкої фази, Па·с; R – радіус барабана сепаратора, м; d – діаметр частинок твердої фази, м.

За наведеним рівнянням ефективність процесу сепарування значно збільшується з ростом частоти обертання ротора, його геометричних розмірів, розмірів частинок твердої фази та різниці густин твердої і рідкої фази. Суттєвим недоліком сепараторів є досить висока схильність їх до засмічуваності і, врешті, до практично повного перекриття поперечного перетину мундштуків та міжтарілкового простору механічними включеннями або загиблими клітинами. Тривалість безперервної роботи сепараторів залежить значною мірою від якості вихідної суспензії та правильної експлуатації. У середньому період між послідовними чистками апарата становить 12 – 24 години.

Ефективність використання сепараторів на стадії концентрування суспензій зростає із застосуванням попередніх стадій очищення неоднорідних систем, що підлягають розділенню. Так, при введенні у якість попередньої стадії процесу флотації, суспензія звільнюється від більшої частини механічних домішок. Такий же результат досягається при попередньому пропусканні через ситчасті фільтри. На виробництві згущення суспензій до вмісту дріжджів 10 – 12 % за сухою речовиною здійснюється шляхом послідовної сепарації на 2 – 3 ступенях за різної варіації комплектування вузлів згущення.

Перелік посилань.

1. В.А. Биков. Расчет процессов микробиологических производств. Київ 1985 р.

УДК 662.542

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ
МІКРОБНИХ СУСПЕНЗІЙ**

ст. Косенко Т.В., Шковира А.В., доцент Копиленко А. В.

Національний університет харчових технологій

Вступ. Серед різних способів виділення біомаси дріжджів, найбільш відомими являються гіромеханічні і теплотехнічні. До механічних можна віднести фільтрацію, відстоювання, сепарування, розділення на гідроциклонах і інші способи. До теплотехнічних способів можна віднести випарювання і сушку.

Матеріали і методи Зі всіх способів видалення зайвої вологості найбільш прийнятними для отримання сухих товарних дріжджів являється технологія, що включає в себе процеси флотування, сепарування, фільтрація, випарювання і сушка. Кожен із них придатний на певній стадії зневоднення: для низьких концентрацій дріжджів в суспензії найкращим являються флотування і сепарування, а для згущеної дріжджової суспензії – фільтрація, випарювання, сушка. Крім технічної придатності того чи іншого способу, кожний з них слід оцінювати по економічній доцільності (капіталовкладення, витрати пари, електроенергії, робочої сили тощо).

Шляхом економічної і технічної оцінок різних способів видалення вологи визначилися найбільш доцільні технологічні варіанти: I флотування, сепарування, випарювання сушка; II флотування, сепарування, фільтрація, сушка; III флотування сепарування, сушка; IV сепарування, випарювання сушка; V сепарування, сушка.

Всі ці варіанти практично використовують на сучасних заводах. Флотаційний спосіб виділення дріжджів із відпрацьованого середовища в промисловості найбільш поширений. При цьому способі виділення дріжджів із суспензії здійснюється шляхом її спінювання.

Флотаційний спосіб виділення дріжджів має ряд переваг перед сепараційним: значно скорочується кількість дорогих сепараторів і відповідно скорочуються капіталовкладення; скорочуються витрати на експлуатаційні

потреби у зв'язку з зменшенням кількості обслуговуючого персоналу, витрат на ремонт сепараторів, витрат електроенергії; надаються можливості більш надійно забезпечити неперервний процес виділення дріжджів.

Дослідами встановлено, що при періодичному спінюванні максимальна концентрація дріжджів в піні спостерігалась на 20-й хвилині емульгування.

Витяг дріжджових клітин із суспензії в піну залежить від структури і способу її утворення. Чим менші осередки піни, тим більше поверхня розділу фаз і, відповідно, кількість дріжджових клітин, яке може бути сорбоване. З іншої сторони, чим менші осередки піни, тим більша величина поверхні розділу фаз, яка припадає на одиницю об'єму повітря в піні. Руйнування дрібнокомірчастої піни, спливаючої у верхні шари, призводить до утворення великих бульбашок. При цьому поверхня розділення фаз різко зменшується. Внаслідок цього збільшується ступінь адсорбційного насичення піни дріжджами. При руйнуванні великокомірчастих бульбашок об'єм повітря диспергованого у об'ємі рідини, зменшується. Піна опадає і в утвореній з неї рідині зростає концентрація дріжджових клітин. Чим більший вміст дріжджів в піні, тим більша кількість газу, виділяється із одиниці об'єму дріжджової суспензії. Збільшення кількості газу в піні і, відповідно, зменшення вмісту в ній рідини протікає майже прямолінійно.

Величина втрат дріжджів з культуральною рідиною збільшується з зростанням концентрації їх в дріжджовій суспензії. Розділяючи дріжджову суспензію в флотаторі на дріжджовий концентрат в кількості $1/3 - 1/4$ від загальної кількості і на освітлену культуральну рідину в кількості $2/3 - 3/4$, розміри втрат дріжджів з культуральною рідиною можуть сягати 4-7%.

Висновки. На флотаційну здібність біомаси впливають морфологічні властивості використаного штаму дріжджів, їх розмір, схильність до агломерування тощо. Велике значення має конструкція флотатора. Найкращі результати отримані при величині коефіцієнта флотування, що коливається від 3 до 4, іноді досягаючи до 6. Особливо добре флотуються дріжджі, схильні до створення агломератів клітин.

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МОРКВЯНОГО ПЮРЕ**

Манк В.В. - д.х.н., проф., Точкова О.В. - к.т.н., доц.,
Копиленко А.В. - к.т.н., доц.

Національний університет харчових технологій

Панько А.В. - стар.наук.співробітник

Інститут біоколоїдної хімії

Вступ. Актуальна проблема сьогодення - це забезпечення якісного і доступного харчування для дітей різних вікових категорій.

Сприятливі ґрунтово-кліматичні та погодні умови сприяють розвитку плодово-овочевої бази для забезпечення та наповнення якісним харчуванням український ринок, зокрема ринок дитячого харчування.

Мета. На основі вітчизняної сировини удосконалювати та розробляти рецептури дитячого харчування, що мають низьку собівартість та високу рентабельність виробництва, не допускаючи штучних згущувачів та структуроутворювачів, використовуючи гідроколоїди лише природного походження.

Вивчення фізико-хімічних властивостей полісахаридів [1], зокрема гідроколоїдів [2], їх впливу на дисперсійне середовище, показників безпечності, показало, що гуар за своїми характеристиками відповідає встановленим вимогам.

Аналіз досліджень. Для удосконалення та підвищення харчової цінності продукту - пюре з моркви, було проведено ряд досліджень, з яких вибрано найкращі рецептурні умови для виробництва максимально якісного продукту, досліджено якісні показники та показники безпечності.

В розроблену рецептуру морквяного пюре вносили природний гідроколоїд гуар для надання пюре бажаної структури. Для підвищення харчової цінності, смакових та фізико-хімічних властивостей в пюре вносили амарантову олію, до складу якої входить особлива форма вітаміну Е, що добре засвоюється дитячим організмом. Для проведення експериментів паралельно готували чотири зразки: контрольний дослід, пюре з додаванням гуару 0,3% до маси наважки, пюре з додаванням амарантової олії 0,3 % до маси наважки, пюре з додаванням гуару та амарантової олії.

Дослідження проводили на реотесті, де визначали залежність колової швидкості від прикладеного зусилля. Для більш детального розкриття реологічної поведінки пюре, була визначена в'язкісна залежність, що показала зміни, які відбуваються в глибинних шарах дисперсної системи.

Для дослідження відновлення структури морквяного пюре на реотесті тривалістю через 30 хвилин, визначали показники (рис.1, рис.2), які показали, що система лише деформується при навантаженні, а в подальшому відновлюється без руйнування.

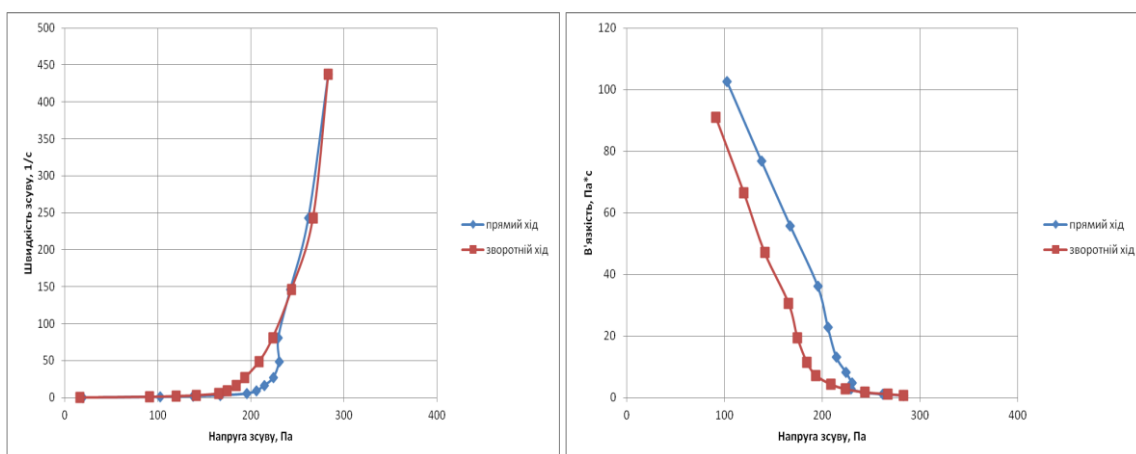


Рис.1–Залежність колової швидкості від прикладеного зусилля Рис.2– Залежність в'язкості від прикладеного зусилля

Висновок. Отже, це свідчить про високі органолептичні та фізико-хімічні показники дослідженого морквяного пюре, що особливо важливо в умовах зберігання.

Перелік посилань:

1. Бакулина О., Марташов Д. Загустители и структурообразователи – Москва. Группа компаний «Милорада» Ingradients.
2. Мельник О.П., Точкова О.В., Манк В.В. Гідроколоїди: властивості і шляхи застосування. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Техногенно-екологічна безпека України. - Ірпінь – 2010 р.

**ВПЛИВ ВИДУ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ
КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ
ХІМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.**

к.т.н., доц. Можаровська Т. М.

**Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Підвищення ефективності роботи різних конструктивних елементів з точки зору їх міцності та довговічності є однією з найбільш актуальних проблем сучасного хімічного машинобудування.

Більшість реальних елементів конструкцій піддаються довготривалій дії комбінацій зовнішніх сил та високих температур, у зв'язку з чим представляють практичний інтерес дослідження закономірностей деформування та руйнування конструкційних матеріалів в умовах повзучості.

Удосконалення методів розрахунку елементів конструкцій зумовлює необхідність урахування впливу широкого спектру факторів, які суттєво впливають на їх несучу здатність та довговічність. Такими факторами можуть бути високі температури, вид напруженого стану та інші.

В процесі експлуатації різні конструктивні елементи обладнання хімічного машинобудування працюють в умовах складного напруженого стану. Однак рівняння стану, що описують повзучість і довготривалу міцність конструкційних матеріалів, розроблені та експериментально обгрунтовані стосовно одноосного напруженого стану, а спроба розповсюдити ці рівняння шляхом введення в них деяких узагальнених напружень не завжди є плідною у зв'язку з відсутністю достовірних експериментальних даних про вплив на механічні властивості матеріалів, зокрема, першого інваріанта тензора та третього інваріанта девіатора напружень.

В даній доповіді представлені закономірності деформування та руйнування сталі 08X18H9 ($T=600^{\circ}\text{C}$) в умовах повзучості та плоского напруженого стану, яке створювалось на тонкостінних трубчастих зразках, що навантажувались одночасним пропорційним розтягненням та крученням.

Використовуючи теоретичні припущення та експериментальні дослідження закономірностей деформування і руйнування конструкційних матеріалів при складному напруженому стані, можна стверджувати, що процеси пластичного деформування і руйнування матеріалів при довготривалому статичному навантаженні суттєво залежать від виду напруженого стану.

Проведений цикл експериментальних досліджень на базі до 10^3 годин дав можливість встановити взаємозалежність між мінімальною інтенсивністю швидкостей деформацій повзучості ($\xi_{i.c.min}$), як основною характеристикою при розрахунках на повзучість та часом до руйнування (t_p), як основною характеристичною при розрахунках на довготривалу міцність для сталі 08X18H9 ($T=600^{\circ}\text{C}$) з урахуванням виду напруженого стану, а також дозволив якісно та кількісно оцінити вплив третього інваріанта девіатора напружень на ці характеристики.

Проведення такого роду експериментальних досліджень потребує значних фінансових та часових затрат, що не завжди є доцільним. У зв'язку з цим, запропоновано при розрахунках довговічності конструкційних матеріалів, що працюють в умовах повзучості і складного напруженого стану, в якості базових даних використовувати дані, які отримані при одновісному напруженому стані та при крученні, що значно скоротить затрати на проведення експериментальних досліджень.

Представлені результати досліджень в подальшому дозволять удосконалити методи розрахунку елементів конструкцій хімічного машинобудування з урахуванням реальних умов їх експлуатації та розповсюдити їх на більш широкий клас матеріалів.

ПОВЗУЧИСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ СКЛАДНОГО НАПРУЖЕНОГО СТАНУ.

к.т.н., доц. Можаровська Т. М.

**Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Більшість реальних конструктивних елементів хімічного машинобудування працюють в різних умовах термомеханічного навантаження, у зв'язку з чим актуальним питанням є дослідження механічної поведінки конструкційних матеріалів в умовах повзучості. В комплексі проблем оцінки несучої здатності елементів конструкцій, що працюють в умовах повзучості, практичний інтерес має урахування впливу виду напруженого стану на основні характеристики повзучості конструкційних матеріалів.

Представлені результати експериментальних досліджень закономірностей пластичного деформування сталі аустенітного класу 08X18N9 ($T=600^{\circ}\text{C}$) в умовах повзучості і плоского напруженого стану свідчать про те, що такі процеси суттєво залежать від виду напруженого стану.

Отримані криві повзучості досліджуваної сталі дозволили встановити та експериментально обґрунтувати рівняння стану, що описує повзучість з урахуванням рівня діючої інтенсивності напружень і орієнтації траєкторії навантаження.

Аналіз проведеного циклу досліджень пластичного деформування сталі 08X18N9 при довготривалому статичному навантаженні і температурі випробувань 600°C по різним траєкторіям навантаження дозволив зробити висновок, що оцінку впливу виду напруженого стану для сталі можна провести за скороченою програмою, базуючись на результатах експериментальних досліджень винайдених з двох базових експериментів - при лінійному напруженому стані і при крученні, а це значно скоротить витрати на дослідження повзучості матеріалів.

СЕКЦІЯ 1

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

**АПРОКСИМАЦІЯ ФУНКЦІЇ МАСОВОГО РОЗПОДІЛУ
ГРАНУЛ ЗА РОЗМІРАМИ ПРИ ГРАНУЛЯЦІЇ РІДКИХ
СИСТЕМ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ**

Куріньовський О. В., Корнієнко Я. М., Сачок Р. В., Гайдай С.С., Любека А. М., Мартинюк О. В. 6

**ДО ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ В
ШЕСТИЕРЕННОМУ НАСОСІ ПРИ ПЕРЕКАЧУВАННІ
РОЗПЛАВІВ ПОЛІМЕРІВ**

Бояркін О.О., Швед М.П., Швед Д.М. 10

**ПОРІВНЯЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВУ
ОДИНИЧНОЇ ГРАНУЛИ НІТРАТУ АМОНІЮ З
ОРГАНІЧНИМИ ДОМІШКАМИ**

Вислогузова Я. М., Степанюк А.Р. 12

**ПРОЦЕС ТЕПЛОМАСООБМІНУ НА СТАДІІ ПРОГРІВУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Демчук Д.Ю., Корінчук Д.М. 14

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ТИСКУ СТВОРЮВАНОВОГО
ШЕСТИЕРЕННИМ НАСОСОМ ВІД ЗАГАЛЬНОГО ЗАЗОРУ
В З'ЄДНАННЯХ НАСОСА**

Воробей Н.Г., Швед М.П., Швед Д.М. 16

**ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ В РОТОРНО-
ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ**

Іскамов А.Г., Зубрій О.Г. 18

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ
СУЛЬФАТУ АМОНІЮ В ПРИСУТНОСТІ САПОНІТУ ТА
ГУМАТІВ**

Кушнір О.С., Степанюк А.Р. 20

**ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШЕСТИЕРЕННОГО
НАСОСУ В КАСКАДНИХ СХЕМАХ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ**

Кеба О.В., Швед М.П., Швед Д.М. 22

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ОСАДУ З
ПОВЕРХНІ РУЛОНОВАНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ**

Лялька М. О., Корнієнко Я.М., Гулієнко С.В. 24

**ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ СТОВПЧИКІВ
КВАДРАТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ**

Я.М. Мартиненко, Андреев І.А., 29

РЕЗУЛЬТАТИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМПЛЕКСНОГО ДОБРИВА	
Марушевський С.О., Степанюк А.Р., Воронін Л.Г.	31
ПРОЦЕС ЗНЕВОДНЕННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ТЕПЛОНАСОСНІЙ СУШАРЦІ З КОМБІНОВАНИМ ТЕПЛОПІДВОДОМ	
Муляр В. П., Снежкін Ю.Ф., Дабіжа Н.О.	33
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ В'ЯЗКОСТІ ПОЛІМЕРНОГО РОЗПЛАВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА	
Овчарук І.І., Швед М.П., Швед Д.М.	35
ПРОЦЕС ПЕРЕНОСУ ТЕПЛА У ГАЗОВОМУ РЕГЕНЕРАТОРІ З НЕОДНОРІДНОЮ НАСАДКОЮ	
Одарчук В. В., Двойнос Я. Г.	37
ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ З ПОЛІЕТИЛЕНУ	
Олексієвець В. Ф., Двойнос Я. Г.	39
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМОВОЛОГІСНОЇ ОБРОБКИ ГІДРОСИЛКАТНОГО ДИСПЕРСНОГО ЗАПОВНЮВАЧА	
Мурзак М. С., Собченко В. В.	41
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.	
Пашенько М.А., Корінчук Д.М.	43
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ КОМБІНОВАНОЇ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЗНЕВОДНЕННЯ МЕТОДОМ СИНХРОНОГО ТЕПЛОВОГО АНАЛІЗУ	
Петрова Ж.О., Перепеличний О.В.	45
ПРОЦЕС КАЛІБРУВАННЯ ТРУБ З ПОЛІПРОПІЛЕНУ	
Подиман Г.С., Двойнос Я.Г.	47
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ ПОТУЖНОСТІ ПРИ СУХОМУ ТЕРТІ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ	
Поліщук М.О., Зубрій О.Г.	49
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРАНУЛ В ДИСМЕМБРАТОРІ	
Попович А.Г., Степанюк А.Р.	51
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОДИНАМІКИ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ	
Столітня Н.В., Целень Б.Я.	53
ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА МОДИФІКОВАНІ СОНЯШНИКОВОЮ ЗОЛОЮ	
Турко С.О., Корнієнко Я.М.	55

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІБРОЕКСТРУДЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ШАХТНИХ ЗАТЯЖОК	
Ящук В.О., Андреев І.А.	57
ЗМІНА РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕМУЛЬСІЙ ПІД ВПЛИВОМ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ	
Макаренко А.А., Авдеева Л.Ю.	59
ТЕХНОЛОГІЯ НЕПЕРЕРВНОЇ ДІЇ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛОТИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	
Шматок О.І., Сильнягіна Н.Б.	61
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДІВЕ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕЗО-ТА НАНОРІДИН	
Данько І.О., к.т.н. Грабова Т.Л., ст.н.сп. Посулько Д.В.	64
СУМІЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОДРІБНЕННЯ ТА СУШІННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОПАЛИВА	
Корінчук Д.М., Безгін М.М.	66
ТЕПЛООБМІН ПРИ НАГРІВАННІ ТА ПЛАВЛЕННІ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СУМІШЕЙ	
Степанова О.Є.	68
ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЦЕОЛІТІВ В ЯКОСТІ РОБОЧИХ ТІЛ АДСОРБЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТЕПЛОТИ	
Чалаєв Д.М., Данько І.О.	70
ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
Рубльов А.В.	72
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНОГО ТОРФОПАЛИВА	
Корінчук Д.М.	73
ПРИНЦИП ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОГО ТЕПЛА В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА	
Степчук І.В., Степанюк А.Р	75
ВПЛИВ МИТТЄВОГО СКИДАННЯ ТИСКУ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ СИСТЕМ	
Коник А.В., к.т.н. Радченко Н. Л., к.т.н. Целень Б. Я., Гоженко Л. П.	77

СЕКЦІЯ 2

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ФЛЮТИНГУ	
Аксёнов І. О., Марчевський В. М.	80

ПРОБЛЕМАТИКА ОТРИМАННЯ ВИСОКИХ ЗНАЧЕНЬ СУХОСТІ ПРИ СУШІННІ ПОРОШКОПОДІБНИХ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ	
Візерський Д.С., Марчевський В.М.	82
ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ПОДОЛАННЯ ТЕРТЯ У МІЖЦИЛІНДРОВОМУ ЗАЗОРІ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТА	
Лялька Г.О., Колобашкін Л.В., Семінський О.О.	84
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ	
Федорук А.В.; Семінський О.О.	86
СЕКЦІЯ 3	
«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ НАНОЦЕЛЮЛОЗНИХ ПЛІВОК	
Алушкін С. В., Барбаш В.А., Яценко О.В.	89
ВПЛИВ ТИСКУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦЕЛЮЛОЗНОГО ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	
Затірка М.Є., Мовчанюк О.М.	91
ЦЕЛЮЛОЗА ІЗ СОЛОМИ ВІВСА	
Зеленчук Т. В., Дейкун І. М.	93
ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ МІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН КОНОПЕЛЬ	
Каракуца М. Г., Барбаш В. А.	94
ОДЕРЖАННЯ ПШЕНИЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ ХІМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ	
Ковальчук В.О., Яценко О., к.х.н., Барбаш В.А.	96
ПРОЕКТ ПЛАВАЮЧОЇ РІЧКОВОЇ МІКРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З НИЗЬКОШВИДКІСНОЮ ГІДРОДИНАМІЧНОЮ ТУРБІНОЮ З САМОРЕГУЛЮЮЧОЮ СИСТЕМОЮ РУХОМИХ ЛОПАТЕЙ	
Мулярчук М. А., Мулярчук А. П.	97
МАТЕМАТИЧНІ ОПИСИ В ДОСЛІДЖЕННІ ВПЛИВУ СТУПЕНЯ ЗАМІЩЕННЯ МОДИФІКОВАНИХ КУКУРУДЗЯНИХ КРОХМАЛЬНИХ КЛЕЇВ У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ	
Мушинський М.С., Плосконос В.Г	100
ОДЕРЖАННЯ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ БАВОВНЯНИХ ВОЛОКОН З ВИКОРИСТАННЯМ ОКСОНУ	
Нікітюк Ю.Я., Барбаш В. А.	102

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ РОЗЧИНОМ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ	
Савченко С.С., Трембус І.В.	104
ВИВЧЕННЯ СОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК АРСЕНУ (V) КОМПОЗИЦІЙНИМИ СОРБЕНТАМИ	
Овсянкіна В.О., Бойко М.Ю.	106
ВИВЧЕННЯ СОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК СВИНЦЮ (II) КОМПОЗИЦІЙНИМИ СОРБЕНТАМИ	
Овсянкіна В.О., Бойко М.Ю.	108
РОЗРОБКА НАУКОВО-ОБГРУНТОВАНОГО КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДОСТОВІРНОЇ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУ РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПЕРЕТВОРЕННІ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» ЧАЕС НА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНУ СИСТЕМУ	
Овсянкіна В.О., Корепанова К.В.	109

СЕКЦІЯ 4

«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ ЗНЕВОДНЕНИХ КОНВЕКТИВНО-ТЕРМОРАДІАЦІЙНИМ ЕНЕРГОПІДВЕДЕННЯМ.	
Байдаєв Р.В., Дубковецький І.В., Бурлака Т.В., Малежик І.Ф., Копиленко А.В.	112
ПРИСКОРЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДСТОЮВАННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАРОВИХ КОНДЕНСАЦІЙНОЇ КАВІТАЦІЇ	
Лазарів І.Р., Копиленко А.В., Жеплінська М.М.,	114
РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ ПРИ КОНВЕКТИВНО-ТЕРМОРАДІАЦІЙНОМУ СУШІННІ	
Макаров М.М., Дубковецький І.В., Малежик І.Ф., Бурлака Т.В.	116
АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗДІЛЕННЯ У МІКРОБІОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	
Косенко Т. В., Шковира А. В., Копиленко А. В.	118
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ МІКРОБНИХ СУСПЕНЗІЙ	
Косенко Т.В., Шковира А.В., Копиленко А. В.	120
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОРКВЯНОГО ПЮРЕ	
Манк В.В., Точкова О.В., Копиленко А.В., Панько А.В.	122

**ВПЛИВ ВИДУ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ
КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ
ХІМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.**

Можаровська Т. М.

**ПОВЗУЧІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ
ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ, ЩО
ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ СКЛАДНОГО НАПРУЖЕНОГО
СТАНУ.**

Можаровська Т. М.

Рішення

ІХ 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 «КПІ», та Програмний комітет з підготовки та проведення заходів у рамках міжнародної науково-практичної конференції «РЕСУРСОЕНЕРГО-ЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ» в складі Грузинського технічного університету, Тверського державного технічного університету, Інститут тепломасобміну ім. А.В.Ликова, Московського державного агроінженерного університету ім. В.П. Горячкіна схвалити.

2. За результатами обговорення представлених на конференції доповідей визнати перспективність виконаних досліджень та схвалити доцільність подальшого розвитку та поглиблення наукових розробок у відповідних наукових напрямках, що визначені в проблематиці конференції.

3. З метою створення науково-методологічних основ вивчення основних ресурсоенергозберігаючих заходів, обладнання теплотехнологій та хімічних технологій в Україні рекомендується залучити матеріали конференції до дисциплін «Основні процеси та обладнання ресурсоенергозберігаючих технологій» та «Сучасне обладнання хімічних технологій» з розробкою відповідного методичного забезпечення.

4. Підвищити рівень залучення студентів, аспірантів до наукових досліджень України в галузі ресурсо- та енергозбереження.

5. Видати збірник праць конференції.

6. Рекомендувати публікацію пленарних доповідей в журналах «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження», «Хімічна промисловість України» та «Промислова теплотехніка». Просити голів секцій конференції визначити доповіді від секцій для опублікування в «Українському антарктичному журналі». Учасникам конференції представити рекомендовані доповіді у вигляді публікацій згідно правил публікацій відповідних журналів.

7. Визначити за доцільне поширення інформації про конференцію в засобах масової інформації та залучення до наступних конференцій широкого кола вітчизняних і іноземних науковців.

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедри машин та апаратів
хімічних і нафтопереробних виробних
виробництва



Я.М.Корнієнко

**Підписано до друку 10.04.2016 р. Формат 60х90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 5,5
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 1004/01.**

**Підприємство «УВОІ «Допомога» УСІ»
Свідоцтво про державну реєстрацію №31245580
03056, м. Київ, пров. Політехнічний, 6, корп. 5 (КПІ)
Тел.: 277-80-08.**