

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

19-20 квітня

Київ 2015

УДК 66

ББК 35.11я43

Р 43

Збірник тез доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (19–20 квітня 2015 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 139 с

**Збірник тез доповідей VIII 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 № 1
Від 15 квітня 2015 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних
виробництв
Протокол № 9
від 25 березня 2015 р

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної
інформації (УкрІНТЕІ) № 664 від 13.11.2014 р.

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

Снежкін Ю. Ф. д.т.н., заступник директора Інституту технічної теплофізики НАН України

Льєнко 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 Рєваз (Івері) В. д.т.н., професор Грузинського технічного університету

ОГРАГНІЗАЦІЙНИЙ 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»

Воронін Л.Г.

к.т.н., доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ», керівник студентського гуртка на кафедрі МАХНВ

СЕКЦІЯ 1

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

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН НА БАЗІ СОНЯШНИКОВОГО ПОПЕЛУ

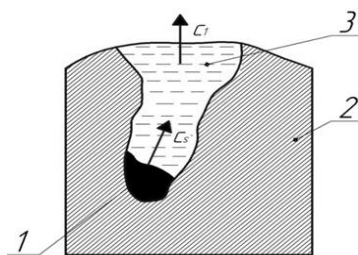
к.т.н., доцент Степанюк А.Р., магістрант Борисенко Є.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Фізична модель описує процес екстракції гуматів із бурого вугілля з твердої сферичної частинки .

В основу фізичної моделі покладені наступні припущення: елементарна частинка бурого вугілля має сферичну форму радіусом r і її температура є сталою величиною протягом всього процесу вилучення; структура твердих частинок, пористих тіл є ізотропною; гуміновмісна речовина рівномірно розподілена по об'єму частинки; гранула рівномірно вкрита шаром плівки розчину товщиною δ з температурою t ; температура навколишнього середовища постійна протягом усього часу вилучення і становить t ; лужні компоненти соняшnikового попелу водорозчинні.



1 – гумат калію, 2 – соняшникoвий попіл, 3 – розчин солей калію

Рисунок 1 - Схема вилучення твердої величини [1]

Припустимо, що подрібнене буре вугілля має форму куля, структура частинок ізотропна, а при наявності твердої вилужуваної речовини – гуматів у цих кулях (гумати розташовані рівномірно по всьому об'ємі кулі і на однаковій глибині від поверхні), вилужування проходить з однаковою швидкістю.

Необхідні рівняння кінетики в загальному вигляді для періодичного

процесу, прямиотечійного чи протитечійного відносяться як до рідкої так і до твердої фази, можуть бути встановлені шляхом вирішення загального рівняння [1]:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \frac{\partial C}{\partial x} \right), \quad (2.1)$$

де x – координата; C – концентрація речовини, розчиненої в пористому об'ємі тіла (цільового компонента); τ – час; D – коефіцієнт дифузії в порах частинки.

Це рівняння визначає концентрацію C в пористому тілі як функцію координати x и часу t . Теоретичне розподілення концентрації в пористому тілі важко перевірити так як частинки дуже малі (буре вугілля перед екстракцією подрібнене) і важко поставити експеримент, на який би можна було поставити дійсне поле концентрації. З технічної точки зору важливо знати скільки речовини втрачається разом з інертними пористими частинками [1].

Початкові умови:

при $\tau = 0, x = x_1$

$$C(x, 0) = C_0,$$

де x – усереднена координата осі пори; C_0 – початкова концентрація в порах твердої фази.

Граничні умови:

$$\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x=0} = 0,$$
$$-D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_n = k(C_n - C).$$

Вирішивши систему, отримаємо залежність концентрації гумату від часу екстрагування, на різній відстані від частинки. Проведено перевірку адекватності математичної моделі за допомогою фізичних експериментів.

Перелік посилань:

1. Г.А. Аксельруд «Екстрагування система тверде тіло-рідина», Ленінградське відділення 1974 р., 255с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ЩІЛИННОГО ТИПУ

д.т.н., професор, Корнієнко Я.М., асистент Гайдай С.С.,
зав. лаб. Мартинюк О.В., магістрант Любека А. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою експериментальних досліджень є визначення особливостей конструкції газорозподільного пристрою (ГРП) для підведення зріджуючого агента при реалізації струменево-пульсаційного режиму псевдозрідження в апаратах для зневоднення та грануляції.

Підведення зріджувального агента із температурою $t_{\text{вх.}}=200\dots240^{\circ}\text{C}$ до камери гранулятора дозволить підвищити ефективність процесу грануляції, проте може спричинити оплавлення зернистого матеріалу на елементах ГРП через наявність застійних зон.

Для уникнення застійних зон розроблено ГРП щілинного типу [1] із коефіцієнтом живого перерізу $\varphi=6\%$ [2].

Моделювання гідродинамічного режиму в камері апарата із розмірами $A \times B \times H=0,11 \times 0,3 \times 0,8\text{м}$ проводилося у програмному середовищі SolidWorks однофазної системи.

За результатами моделювання процесу підведення зріджувального агента перпендикулярно (w_{r1}) до вектора швидкості руху газу (w_{r2}) у щілинах ГРП

(тип 1) отримано епюру швидкостей газу, рисунок 1а. Це спричинило зменшення швидкості на верхній пластині ГРП від $w_r=15\text{м/с}$ до $w_r=11\text{м/с}$ на відстані від лівої щілини $l_{\text{max}1}=54,9\text{мм}$, зона A_1 .

У випадку встановлення направляючих пластин 1, 2 (тип 2), рисунок 1б підведення зріджувального агента забезпечує однакове направлення векторів швидкостей руху газового потоку при підведенні (w_{r1}) до щілин та у них (w_{r2}).

Епюра швидкостей характеризується більшою зоною розподілення швидкості $w_r=15\text{м/с}$ на верхній пластині, яка зменшується до $w_r=12\text{м/с}$ на відстані від лівої щілини $l_{\max 2}=76,8\text{мм}$, зона A_2 , що у 1,4 рази перевищує значення, отримані при моделюванні гідродинамічного режиму в камері з ГРП типу 1. Це унеможлиблює появу великих застійних зон.

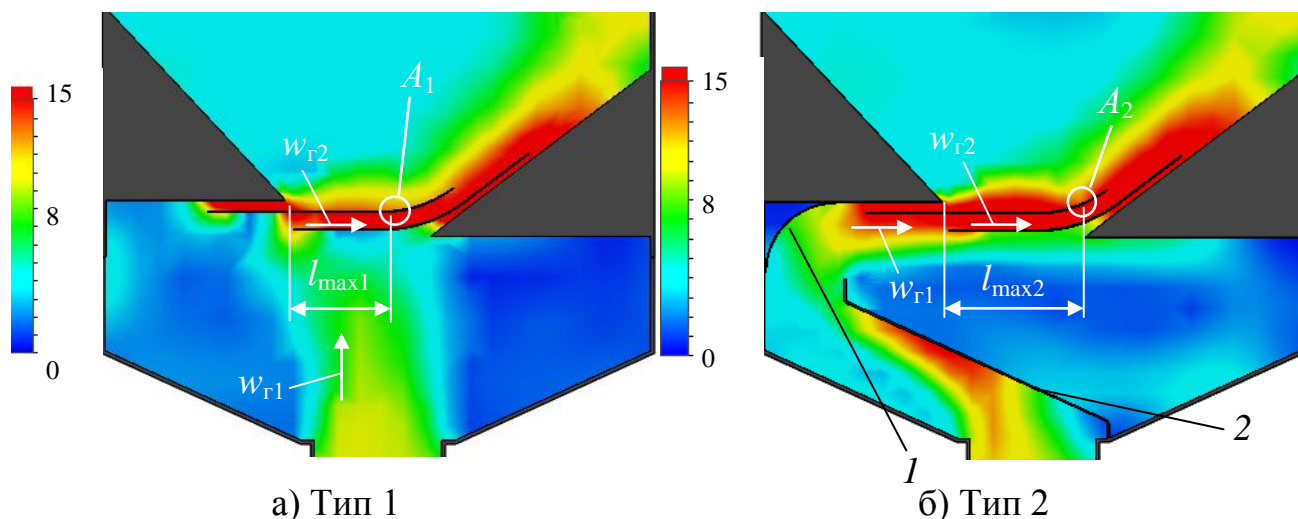


Рисунок 1 – Епюри швидкостей у камері гранулятора при $V_r=0,0374\text{ м}^3/\text{с}$

Практична перевірка отриманих результатів моделювання гідродинамічного режиму в SolidWorks проводилася для двофазної системи газ-тверді частинки на пілотній установці з розмірами камери гранулятора $A \times B \times H=0,11 \times 0,3 \times 0,8\text{ м}$ [3]. Висота шару гранул із еквівалентним діаметром $D_e=2,4\text{ мм}$ визначалась із умови $\Delta P_{ш}/(gD_e)=80 \dots 100$ [2].

Фотофіксації взаємодії зріджувального агента та зернистого матеріалу в апараті псевдозрідженого шару підтверджують результати, отримані при моделюванні процесу в SolidWorks, адже застійна зона B при застосуванні ГРП типу 2 значно менша, порівняно з ГРП типу 1, рисунок 2.

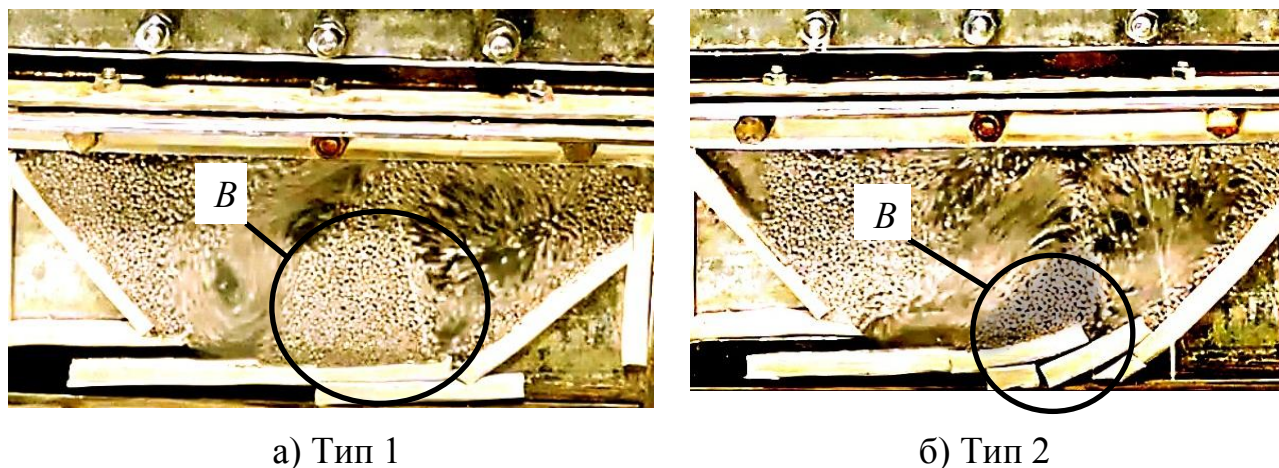


Рисунок 2 – Фотофіксація гідродинамічного режиму в камері гранулятора при $V_r=0,0374 \text{ м}^3/\text{с}$

Експериментально визначено значення коефіцієнтів гідравлічного опору ζ газорозподільних пристроїв із різними способами підведення зріджуючого агента, рисунок 3.

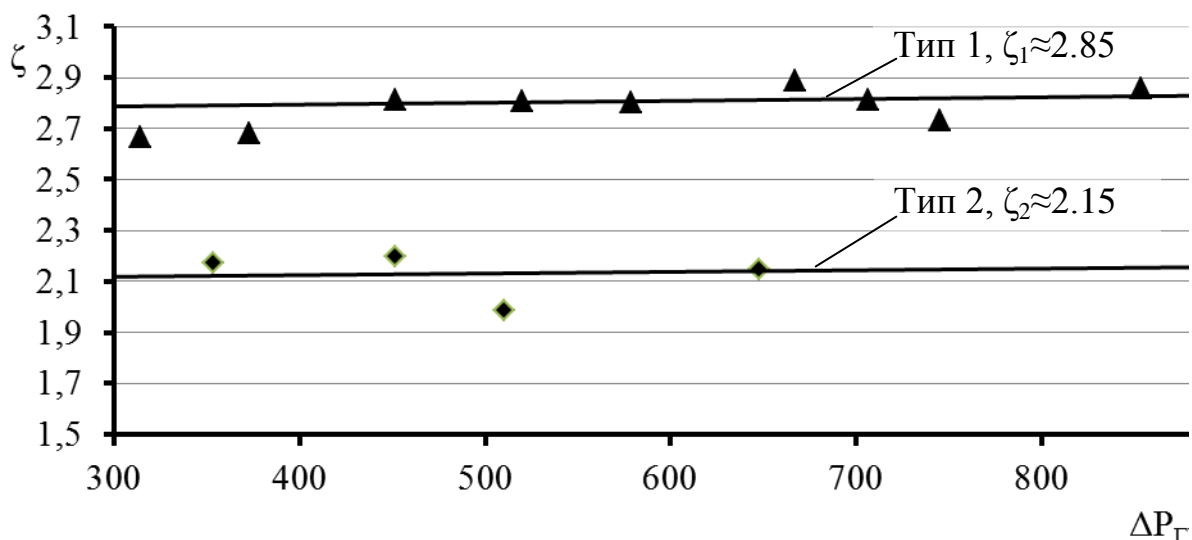


Рисунок 3 – Значення коефіцієнта гідравлічного опору для двох способів підведення зріджувального агента

Таким чином, застосування ГРП типу 2 при коефіцієнті гідравлічного опору $\zeta_2 \approx 2,15$, що у 1,33 рази менший, ніж у ГРП типу 1, відповідно зменшує застійну зону на верхній пластині та витрати енергії на процес грануляції.

У подальшому планується перевірка можливості застосування ГРП типу 2 при зневодненні рідких систем у псевдозрідженому шарі.

Перелік посилань:

1. Патент України 95432 МПК В01J 8/44. Газорозподільний пристрій апарата псевдозрідженого шару / А.М. Любека, Я.М. Корнієнко, О.В. Мартинюк, С.С. Гайдай // Опубл. 25.12.2014. – Бюл. № 24.
2. Корнієнко Я.М., Гайдай С.С., Мартинюк О.В. – Підвищення ефективності процесу одержання гранульованих гуміново-мінеральних добрив / Монографія. – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – с.207.
3. Патент України 84680 МКП В01 J 8/44. Секція апарата псевдозрідженого шару / С.С. Гайдай, Я.М. Корнієнко, О.В. Мартинюк, М.П. Мельник, Д.С. Семененко // Опубл.25.10.2013. – Бюл. № 20.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ЧАСТИНОК СПУЧЕНОГО СИОЛІТУ

студент Гапонюк М. М., к.т.н., доц. Собченко В. В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

На сьогодні на ринку представлена значна кількість легких заповнювачів, які можуть бути використані для отримання ефективних теплоізоляційних бетонів. Основну увагу приділяють характеристикам готової продукції. Серед яких особливо вирізняється вартість, міцність на стиск, негорючість, нетоксичність [1]. Проте на сьогоднішній час недостатньо розглянуте питання визначення режиму охолодження гранул в холодильному апараті.

Фізична модель, використана для розрахунку часу охолодження гранули, описує процес теплообміну в сферичній гранулі.

Приймаємо такі припущення: форма гранули – сферична частинка радіусом $R = d_g/2$, матеріал гранули є однорідним. В початковий момент часу кулю розміщують в середовище з постійною температурою $T_{us} < T_{sp}$. Потрібно знайти час, за який T_{sp} досягне T_{us} . Куля є твердим тілом однакового складу по всьому об'ємі. Відведення тепла здійснюється рівномірно по всій поверхні кулі (рис. 1).

За основу математичної моделі беремо диференціальне рівняння теплообміну в сферичній системі координат [2]:

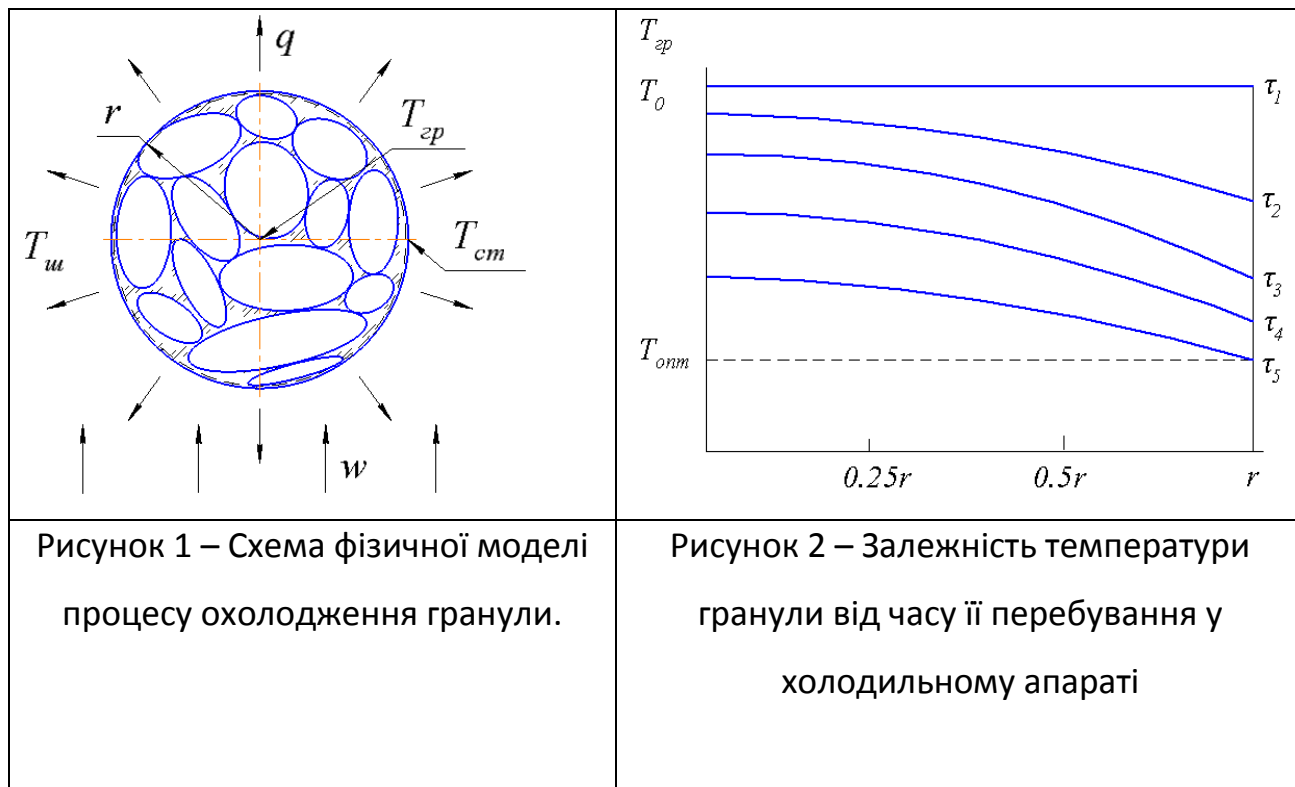
$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (1)$$

Початкові умови при $\tau = 0$ (2) та граничні умови (3,4):

$$T = T_0 = T_{sp0} - T_{us} \quad (2) \quad \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \quad (3) \quad \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=R} = -\frac{\alpha}{\lambda} \cdot T_{r=R} \quad (4)$$

де T_{gp0} – початкова температура гранули.

Вирішуючи чисельними методами рівняння (1), враховуючи умови (2-4), отримуємо залежність температури гранули від часу її перебування у холодильному апараті (рис. 2).



Висновки:

За результатами моделювання отримано залежність температури гранули від часу її перебування у холодильному апараті. Отримана залежність дає можливість визначити необхідний час перебування гранули в апараті, тобто ми отримуємо можливість визначення оптимальних розмірів апарата для охолодження спученого сіоліту.

Список літератури:

1. П. В. Кривенко, К. К. Пушкарева, М. О. Кочевих Заповнювачі для бетону, К., 2001, 400 с.
2. А. В. Лыков Тепло - и Массообмен в процессах сушки. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1956. – 464 с.

ПРОЦЕС ГРАНУЛОУТВОРЕННЯ

ГУМІНОВО-ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

магістрант Любека А.М., д.т.н. професор Корнієнко Я.М.,

асистент Гайдай С.С., к.т.н., старший викладач Сачок Р.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Ефективну протидію негативним тенденціям щодо використання ґрунтів можливо реалізувати шляхом створення гуміново-органомінеральних добрив. Ці добрива повинні забезпечити не тільки баланс поживних речовин в ґрунті при вирощуванні сільськогосподарських культур, а й сприяти процесу ґрунтоутворення.

Враховуючи значний дефіцит фосфоровмісних компонентів запропоновано застосувати знежирене кісткове борошно, яке містить оксиди фосфору та кальцію: P_2O_5 до 30%, CaO – 38%, азоту N_2 – 1% та органічні сполуки, які у поєднанні з гуматами суттєво поліпшують процеси живлення рослин та ґрунтоутворення. Окрім того, кісткове борошно не містить шкідливих домішок: оксидів стронцію, титану, рідкоземельних елементів та фтору, які є в апатитах, із яких зазвичай виготовляються фосфоровмісні добрива.

Гранульований продукт повинен мати сфероподібну форму із розміром $1.5 \div 5$ мм та рівномірне розподілення компонентів по всьому об'єму твердого композиту. Для забезпечення цих вимог запропоновано використовувати техніку псевдозрідження [1].

Дослідження кінетики процесу гранулоутворення проводилися на пілотній установці з розмірами камери гранулятора $A \times B \times H = 0,1 \times 0,3 \times 0,8$ м [2] із застосуванням струменево-пульсаційного режиму псевдозрідження [3].

У якості рідкої фази використовувався 40% (мас.) водяний розчин сульфату амонію, до якого додавались домішки гуматів (Г.), кістяного борошна (К.Б.) та хлориду калію (Х.К.) у співвідношенні сухих компонентів

[С.А.]:[Г]:[К.М.]:[КСІ]: =1:0,05:1,13: 0,1. Їх остаточний вміст у рідкій фазі становив 60% і води, відповідно, 40%. Динаміка зміни еквівалентного діаметра гранул, наведена на рисунку 2, свідчить про стійку кінетику гранулоутворення.

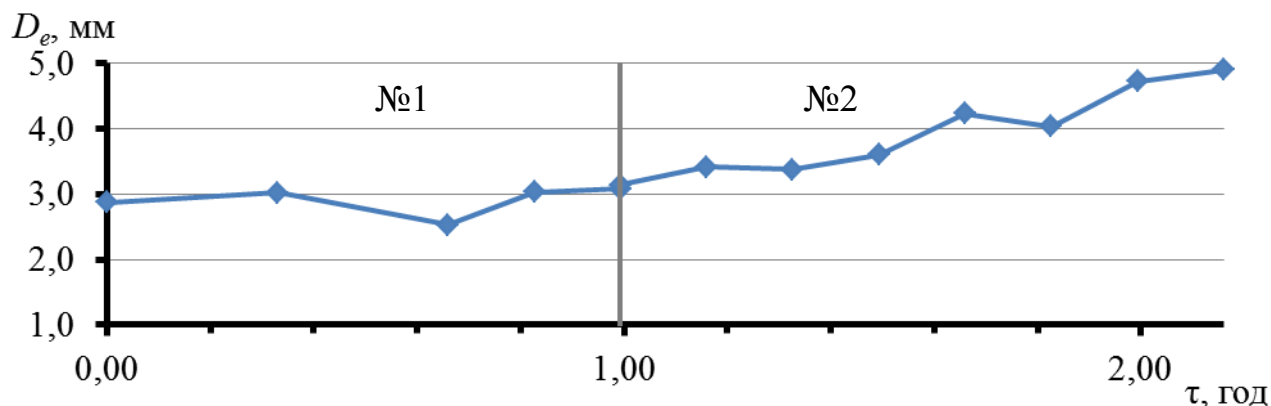


Рисунок 1 – Динаміка зміни еквівалентного діаметра гранул

При цьому в першому досліді, час $0 \leq \tau \leq 1$ год, швидкість зростання еквівалентного діаметра $dD_{\epsilon}/d\tau = 0,4$ мм/год, у другому досліді, при $1 \leq \tau \leq 2,17$ год, цей параметр становив $dD_{\epsilon}/d\tau = 1,45$ мм/год. Це пояснюється збільшенням швидкості теплоносія у псевдозрідженому шарі, що підвищило інтенсивність тепло-масообмінних процесів.

Динаміка зміни масових відсотків окремих фракцій рисунку 2

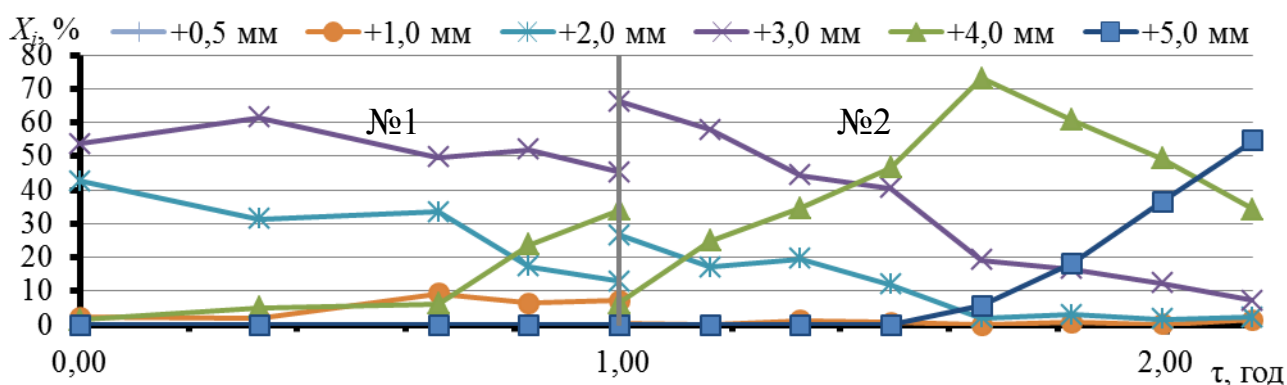


Рисунок 2 – Динаміка зміни масових відсотків окремих фракцій із розміром гранул.

характеризується послідовним переходом частинок з фракції +3,0 мм до фракції +4,0 мм, а з фракції +4,0 мм до фракції +5,0 мм, що підтверджує пошаровий механізм утворення твердих композитів.

Узагальнена експериментальна залежність коефіцієнта гранулоутворення ψ від критерія рейнольдса Re та питомого навантаження

поверхні шару за вологою $a_f - \psi = f(Re, a_f)$, рисунок 3 показує наявність максимальних значень $\psi \geq$ при значеннях $a_f \geq 1 \frac{\text{кг вологи}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$ та $Re = 170 \pm 10$.

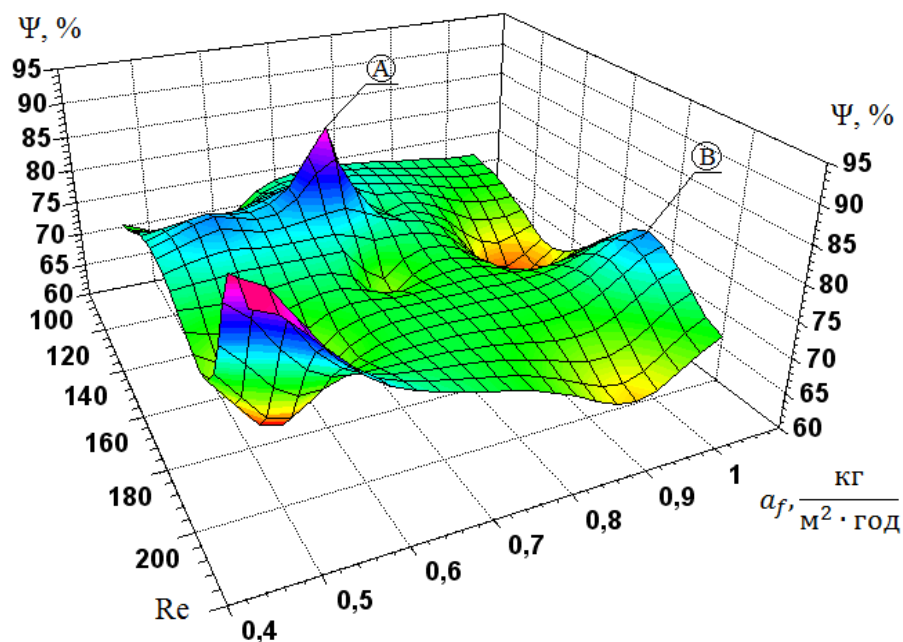


Рисунок 3 – Експериментальна залежність $\psi = f(Re, a_f)$

Таким чином, регулятори експериментів підтвердили положення фізичної моделі при одержанні твердих гумінових-органомінеральних композитів з пошаровою структурою.

Перелік посилань:

1. Патент України 4465 МКП С05 G 1/01. Спосіб виготовлення гранульованих органомінеральних добрив / Я.М. Корнієнко, Я.М. Заграй. Опубл. 17.12.94. – Бюл. № 6-1.

2. Патент України 84680 МКП В01 J 8/44. Секція апарата псевдозрідженого шару / Гайдай С.С., Корнієнко Я.М., Мартинюк О.В., Мельник М.П., Семененко Д.С. // Опубл. 25.10.2013. – Бюл. № 20.

3. Гранульовані азотно-кальцієво-гумінові тверді композити, модифіковані бентонітом. Процес одержання/ Корнієнко Я.М., Гайдай С.С., Семененко Д.С., Мартинюк О.В.// «Хімічна промисловість України». – №5 – 2013, с. 46-62.

ПОРІВНЯННЯ КАСКАДНОЇ ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОЇ І ДИСКОВО-ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ЕКСТРУЗІЇ

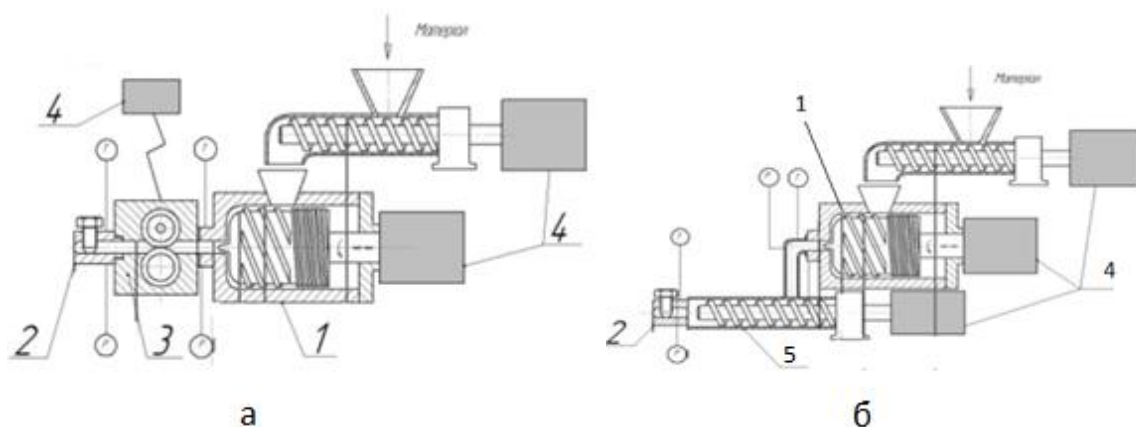
магістрант Мітусов Р.О., доц., к.т.н Швед М.П., інж. Швед Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Все зростаючі обсяги виробництва та переробки полімерних матеріалів вимагають від галузі полімерного машинобудування все ширшого використання ресурсоенергозберігаючих технологій. Основними напрямками розвитку полімерного обладнання є інтенсифікація процесів, їх автоматизація та інтелектуальне забезпечення.

На рисунку 1(а) приведена схема каскадного дисково-шестеренного екструдера (ЕКДШ), а на рисунку 1(б) - каскадного дисково-черв'ячного екструдера (ЕКДЧ) на яких були проведені дослідження за одних і тих же умов коливання продуктивності[1]. Результати занесені на рисунок 3, з якого видно, що при зміні опору формуючого інструменту від 14 до 26 МПа продуктивність в дисково-черв'ячному екструдері впала на 25 %, а в дисково-шестеренному екструдері на 8%, що свідчить про значно вищу жорсткість напірної характеристики в дисково-шестеренному екструдері.



1-дисковий екструдер; 2 – формуючий інструмент; 3- шестеренний насос;
4 – приводи; 5-черв'ячний прес.

Рисунок 1– Схема каскадного дисково-шестеренного екструдера(а),
схема каскадного дисково-шестеренного екструдера (б).

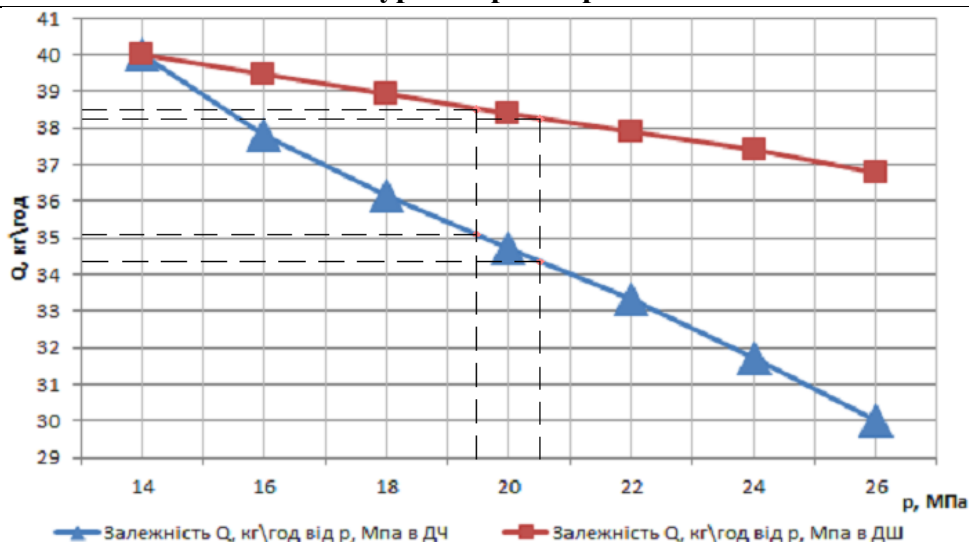


Рисунок 2– Графік залежності продуктивності від зміни тиску в ЕКДШ і ЕКДЧ

Із графічної залежностей видно, що при коливаннях тиску в формуючому інструменті на $\pm 0,5$ МПа, продуктивність коливається в дисково-черв'ячному екструдері на $\pm (0,4$ кг/год), а в дисково-шестеренному екструдері на $\pm (0,15$ кг/год). Питома витрата енергії при однакових умовах складала в дисково-черв'ячному екструдері $0,25$ кВт/(кг*год), а в дисково-шестеренному $0,18$ кВт/(кг*год), тобто на 28% менші, що підтверджує актуальність використання шестеренних насосів для перекачування високов'язких розплавів полімерів.

Перелік посилань:

1. Швед М. П., Швед Д. М., Луценко І. В., Богатир А. С. Переваги використання каскадних схем та дозуючих шестеренних насосів при екструзії полімерів // Технологический аудит и резервы производства. 2013. №2 (9).

УДК 66.02(075.8)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ ОДИНИЧНОЇ ГРАНУЛИ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ З ОРГАНІЧНИМИ ДОМІШКАМИ

магістрант Слободянюк К.С., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

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

Рідина нагрівається та випаровується за рахунок теплоти, отриманої від попередньо нагрітої гранули та від теплоносія.

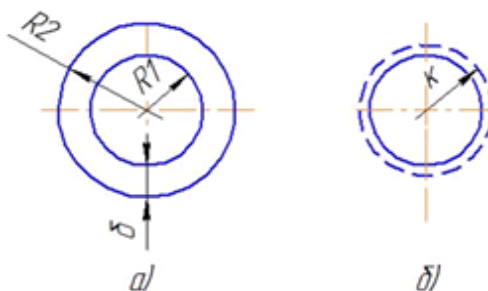


Рисунок 1 – Схема моделі процесу зневоднення гранули:

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

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

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (2.1)$$

з початковими умовами: $T'|_{\tau=0} = T'_0$ при $0 \leq r \leq R_1$,

$$T''|_{\tau=0} = T''_0 \quad \text{при} \quad R_1 \leq r \leq R_2. \quad (2.3)$$

з граничними умовами:

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

$$\left. \frac{\partial T'}{\partial r} \right|_{r=0} = 0, \quad (2.4)$$

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

$$T'|_{r=R_1} = T''|_{r=R_1},$$

(2.5)

$$\lambda' \frac{\partial T'}{\partial r} \Big|_{r=R_1} = \lambda'' \frac{\partial T''}{\partial r} \Big|_{r=R_1}, \quad (2.6)$$

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

$$\lambda'' \frac{\partial T''}{\partial r} \Big|_{r=\kappa} = \alpha(T'' - T_c). \quad (2.7)$$

Випаровування рідини з плівки розчину описує рівняння балансу теплоти і вологи в межах фронту випаровування:

$$4\pi\kappa^2\alpha(T'' - T_c) = 4\pi\kappa^2 \frac{d\kappa}{d\tau} \rho(1 - c)L \quad (2.8)$$

$$R_1 \leq \kappa \leq R_2.$$

На основі дослідних даних та результатів розв'язання математичної моделі процесу для більш наочного відображення випарювання гранули побудований графік зміни температурного розподілення по радіусу гранули розчину від часу $T = f(\tau)$ на протязі часу випарювання гранули (рисунок 2).

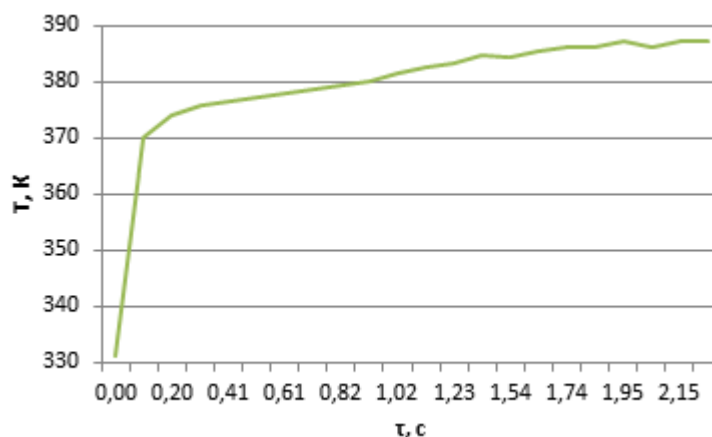


Рисунок 2 - Результати розв'язання математичної моделі

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.

**ПЕРЕВАГИ ЧЕРВ'ЯЧНО–ШЕСТЕРЕННОГО ЕКСТРУДЕРА
ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ**

магістрант Степанюк Д.А., доц. Швед М.П., інж. Швед Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Зростаючі обсяги виробництва та переробки пластичних мас вимагають від галузі полімерного машинобудування оптимізації процесів та ширшого використання ресурсоенергозберігаючих технологій.

Найбільш поширеними залишаються черв'ячні екструдери. При цьому одночасно виконуються наступні операції: живлення, стискання, плавлення твердого полімеру, змішування, створення тиску та дозування розплаву. Всі названі процеси тісно пов'язані між собою і виконуються в черв'ячному екструдері одним робочим органом - черв'яком, що ускладнює оптимізацію процесів [1]. Така конструкція екструдера має суттєвий недолік, так як присутні коливання продуктивності, що призводять до збільшення допусків на геометричні розміри.

Вирішенням цієї проблеми може бути встановлення між екструдером і формуючим інструментом дозуючого шестеренного насосу, який має жорстку напірну характеристику, що дозволяє зменшити пульсацію тиску та продуктивності і, тим самим, заощаджувати полімер та енергію на його перероблення [2].

Дослідження на базі класичного черв'ячного екструдера та того ж екструдера з шестеренним насосом [3] показали, що при сталій частоті обертання черв'яка втрати продуктивності при зміні опору формуючого інструменту від 18 до 23 МПа за одних і тих же умов в класичному екструдері складали 25-30%, а в тому ж самому екструдері з шестеренним насосом вони складали не більше 5%, рисунок 1.

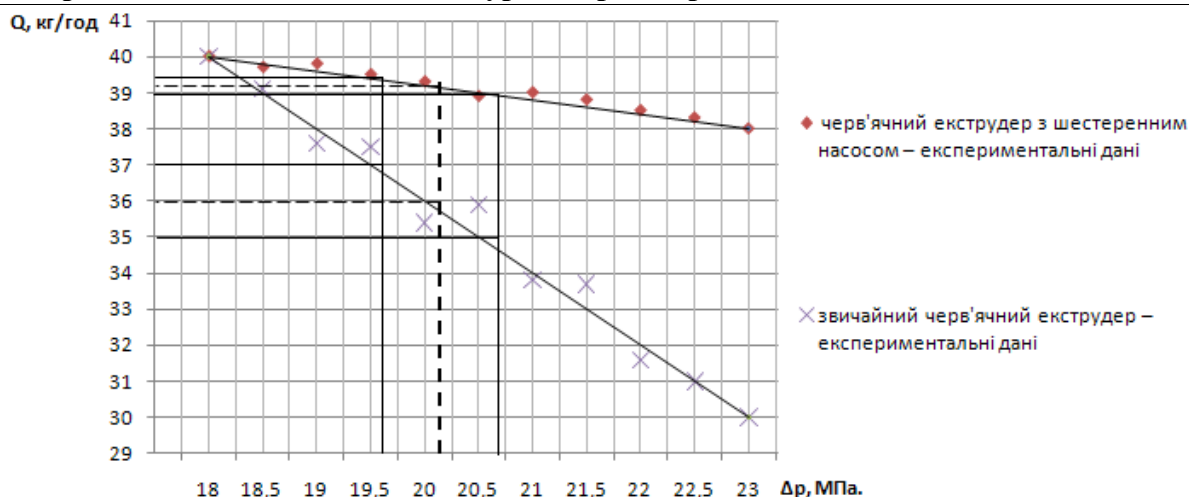


Рисунок 1 – Залежності продуктивності класичного черв'ячного екструдера та того ж екструдера з шестеренним насосом від опору формуючого інструменту

Якщо прийняти, що номінальний тиск при опорі формуючого інструменту в 20 МПа змінюється на $\pm 0,5$ МПа, що є наслідком нестабільності процесів в черв'ячному екструдері, чи зміною температури в формуючій головці, то це призводить до того, що коливання продуктивності в класичному черв'ячному екструдері будуть складати $\pm 4\%$, а в черв'ячному екструдері з шестеренним насосом $\pm 0,5\%$.

Використання шестеренного насоса між черв'ячним екструдером і формуючим інструментом дозволяє практично повністю згладити пульсацію тиску і стабілізувати коливання продуктивності в екструдері, що дозволяє мінімізувати допуски на геометричні розміри виробів і, тим самим, зменшити перевитрати сировини та енергії на екструзію.

Перелік посилань:

1. Раувендааль, К. Экструзия полимеров [Текст] : пер. с англ. – А. Я. Малкина – СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.
2. Радченко, Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії [Текст] / Л. Б. Радченко. — К. : ІЗМН, 1999. — 220 с.
3. М.П. Швед, Д.М. Швед, Д.А. Степанюк Черв'ячно-шестеренний екструдер при переробці полімерних матеріалів. Одеська національна академія харчових технологій, випуск 45, Т.3.

Порівняльна характеристика результатів дослідження пластового флюїду Орховицького газонафтового родовища та Новотроїцького газонафтового родовища

інж.І кат. Тишко Ю.А.

лабораторія дослідження пластових флюїдів та кернів

ДП «НДІННП«МАСМА»

За даними дослідження проведеними у 2014 році лабораторією дослідження пластових флюїдів та кернів 2-х свердловин Орховицького та Новотроїцького нафто-газових родовищ (НГР), були отримані такі фізико-хімічні показники (табл.1), а також показники бітумів досліджуваного флюїду Орховицького НГР (табл.2):

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники Орховицького та Новотроїцького НГР

| Показник | Орховицьке, 2 | Новотроїцьке, 37 |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| Густина нафти стандартної сепарації, кг/см ³ | 969,4 | 834,3 |
| Кінематична в'язкість при температурі пласта, мм ² /с | 132,0 ($t_{пл}=+92^{\circ}C$) | 3,70 ($t_{пл}=+89^{\circ}C$) |
| Вміст сірки, % мас. | 4,5 | 0,15 |
| Вміст парафіну, % мас. | 1,98 | 5,03 |
| Вміст силікагелевих смол, % мас. | 25,4 | 7,08 |
| Вміст асфальтенів, % мас. | 12,039 | 0,23 |
| Загальний вихід фракцій від 100 °C до 300 °C, % | 23 | 47 |

За результатами дослідження розгазована нафта родовища Новотроїцьке, свердловина 37: мало сірчиста, смолиста, парафініста, легка за густиною, середньої в'язкості.

За результатами досліджень Орховицького НГР, свердловина 2 було встановлено, що нафта високов'язка, високосмолиста, містить майже 67%

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

бітумів (бітуми досліджувались окремо, табл. 2) відноситься до природніх бітумів (мальт), фізикохімічний склад нафти (густина вища 965 кг/м³, повна розчинність в хлороформі, високий вміст асфальтенів і смол).

Таблиця 2.Перелік деяких показників якості бітумів від дистиляції нафтовихбітумів Орховицького НГР

| Показник | Результат випробування |
|---|------------------------|
| Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 мм | 175 |
| Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С | 41 |
| Розтяжність (дуктильність) за температури 25 °С, см: | 72 |
| Температура крихкості °С | -21 |
| Температура спалаху у відкритому тиглі °С | 271 |
| Розчинність в органічному розчинникові% | 99,6 |

Отримані залишкові бітуми по функційних показниках табл..2 відповідають вимогам до дистиляційних бітумів. Дистиляційні дорожні бітуми, на відміну від дорожніх окиснених бітумів характеризуються довготривалою експлуатацією в асфальтобетонних покриттях.

Перелік посилань:

1. Физико-химические свойства нефтей и газов Украины, Справочник, М., «Недра», 1971;
2. «Інструкція із застосування Класифікатора запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геолого-економічного вивчення ресурсів перспективних ділянок та запасів родовищ нафти і газу» Зареєстровано в Мінюсті України 24.07.1998 р. за № 475/2915.
3. ДСТУ 4044- 2001 «Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови»

**Вплив миттєвого скидання тиску на водневий показник води
і водних систем**

д.т.н. Шурчкова Ю.О., к.т.н. Коник А.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

В межах наукового напрямку дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) проведено дослідження для визначення впливу миттєвого скидання тиску на водневий показник води і водних систем [1,2]. Дослідження проводились на водопровідній, дистильованій, артезіанській воді київського і чернігівського регіонів з використанням експериментального вакуумного стенду, термовакuumної технології і роторно-пульсаційного апарату.

На експериментальному вакуумному стенді проводили дослідження скидання тиску в об'ємі і при витіканні потоку в вакуум. За результатами досліджень встановлено: підвищення рН до 7,3 % при тискові 10 кПа і температурі 20 °С; підвищення водневого показника в межах від 12 % до 20 % при 10кПа і температурі перегріву до $\Delta T=15$ °С за умови адіабатичного закипання $T_{\text{води}} > T_{\text{кип}}(P)$. В оброблених зразках не спостерігалось появи осаду до 6 місяців [3].

Термовакuumна обробка – це низка взаємозалежних процесів адіабатичного закипання, конденсації, випаровування, нагрівання та охолодження, що відбуваються в режимі імпульсної зміни тиску і температури. Дослідження проводились при скиданні тиску з 98,1 кПа до 5 кПа в діапазоні температури від 10 °С до 95 °С [4]. Встановлено, що в зазначеному діапазоні температур водневий показник підвищується від 2 до 16,2 % отримані значення рН зберігаються протягом 24 місяців.

При обробці рідин високочастотними гідродинамічними коливаннями на роторно-пульсаційному апараті з робочим вузлом ротор-статор-ротор та між циліндровим зазором 100 мкм, при перекритті щільових каналів відбувається різка зміна тиску з 0,2 МПа до 0,001 МПа і величина скидання тиску за секунду складає $\frac{dP}{d\tau} = 0,6 \frac{\tilde{A}\dot{a}}{\tilde{n}}$. Рідина, що оброблюється проходить через

робочий вузол одноразово або з певною циклічністю (режим рециркуляції), в залежності від необхідної степені обробки. У результаті проведених досліджень встановили, що при обробці води на роторно-пульсаційному апараті підвищується рН від 2,7 % до 10,9 %, ступінь підвищення залежить від частоти коливань та величини напружень зсуву, що зумовлені конструктивними особливостями апаратів, а також кількості коливань, що приходяться на елементарну частинку. При одноразовій обробці води рН змінюється в межах від 2,7 %, до 8,9 %. В такому режимі частинка, що проходить через робочий об'єм отримує від 180 до 215 коливань в залежності від швидкості потоку. При обробці води в режимі рециркуляції рН підвищується від 5,1 %, до 10,9 %. Кількість коливань, що приходиться на частинку, за таких умов знаходиться в межах від 995 до 1025.

Отримані результати свідчать про значний вплив на рН води і водних систем миттєвого скидання тиску в різних температурах, доведено ефективність застосування механізмів ДІВЕ для підвищення кислотності рідин.

Перелік посилань

1. Дискретно–импульсний ввод енергии / [Долинский А.А., Басок Б.И., Накорчевский А.И. Шурчкова Ю.А.]. – К.: ИТТФ НАНУ, 1996. – 196 с.
2. Долинский А.А. Тепломасообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии / Долинский А.А., Иваницкий Г.К. – Киев: Наукова думка, 2008. – 381 с.
3. Долінський А.А. Дослідження впливу механізмів дискретно-імпульсного введення енергії на водневий показник водних систем /Долінський А.А., Шуркова Ю.А., Дубовкіна І.О., Коник А.В.// Пром. теплотехника. – 2015. – Т.37, №1. – С. 5-11.
4. Шурчкова Ю.А. Исследование влияния дискретно–импульсного ввода энергии на физико–химические показатели воды / Шурчкова Ю.А., Коник А.В. Промышленная теплотехника. – 2009. –Т.31, №3. – С. 108–112.

ЛІНІЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ НА БАЗІ КАСКАДНОГО ДИСКОВО - ШЕСТЕРЕННОГО ЕКСТРУДЕРА

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Ринок поліетиленових труб, протягом останніх років, продовжує бути одним з найбільш швидкозростаючих промислових ринків України. Темпи його зростання складають 25-30 % на рік (рис. 1[1]).

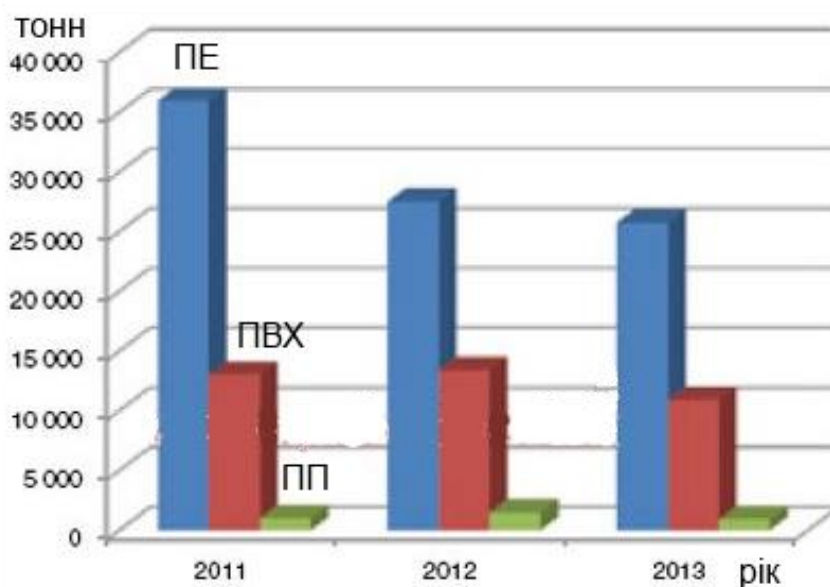


Рис 1– Виробництво полімерних труб в Україні із ПЕ, ПВХ, ПП за 2011-2013 рр.

Найбільшою проблемою при виробництві поліетиленових труб, на сьогоднішній день, спостерігається значна перевитрата сировини і енергії. Слід зазначити, що одним із основних розмірів труби є товщина її стінки, яка залежить від допустимого тиску всередині неї. Чим більші коливання продуктивності в екструдері, тим більше вони позначаються на товщині стінки. Приймаючи до уваги те, що товщина стінки може мати тільки додатній допуск, то основною із вимог до обладнання є мінімальні коливання продуктивності, які залежать від нестабільності процесів всередині

екструдера, особливо, від пульсації тиску. Найбільшого поширення при виробництві труб отримали одночерв'ячні екструдери, де за створення тиску і точність дозування відповідає зона гомогенізації. Використання в'язкісного черв'ячного насоса є недостатньо економним, через те, що енергоефективність при перекачуванні розплаву в ньому складає менше 10%, а решта 90% розсіюється в вигляді теплоти, яка в багатьох випадках є надлишковою, тобто призводить до перегрівання розплаву [2]. З метою створення ресурсо-енергоощадних процесів отримання полімерних труб, на кафедрі МАХНВ була створена система каскадної дисково-шестеренної екструзії, де в якості розплавлювача гомогенізатора використовують дисковий екструдер з обмеженим живленням, а на другій стадії встановлений шестеренний насос, який забезпечує жорстку напірну характеристику і високу точність дозування, яка не перевищує 1%, що дозволяє зменшити допуски на геометричні розміри виробів [3]. Таке зменшення забезпечує економію сировини та енергії на її перероблення. Таким чином, дослідження процесів в каскадних дисково – шестеренних екструдерах є актуальним і дозволить створити ресурсо-енергоощадне обладнання для виробництва полімерних труб та інших профільно – погонажних виробів.

Перелік посилань:

1. Л. Б. Радченко «Переробка термопластів методом екструзії: Наук. посібник. – К.: ІЗМН, - 220 с.

2. Раувендааль К. Экструзия полимеров / К. Раувендааль. – СПб.: Профессия, 2006. 678 с.

3. Мурдід Н. В. Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів / Н. В. Мурдід, М. П. Швед, І. О. Мікульонюк, Д. М. Швед, // Наукові вісті КПП г 2009/2 – 2008 – с. 74-77.

УДК 631.365

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНФРАЧЕРВОНОГО СУШІННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В теперішній час зростаючі потреби в нових високоякісних продуктах і енергозберігаючих процесах, а так само проблеми захисту навколишнього середовища стимулюють дослідження і розробки в області технології та техніки сушіння.

Видалення вологи з продуктів шляхом сушіння є один з найпростіших і найцінніших методів збереження продуктів, тому тема дослідження актуальна.

В залежності від способу підведення теплової енергії можна виділити декілька методів сушіння термолабільних матеріалів. При конвективному сушінні сутність процесу зводиться до видалення вологи з матеріалу за рахунок різниці парціальних тисків над матеріалом $P_{\text{п}}^{\text{м}}$ та в навколишньому середовищі $P_{\text{п}}^{\text{с}}$. При цьому повинна виконуватись умова $P_{\text{п}}^{\text{м}} > P_{\text{п}}^{\text{с}}$.

Таким чином при конвективному сушінні волога переміщається до поверхні за рахунок градієнта вологості, а градієнт температури навпаки гальмує процес, змушуючи вологу змінювати напрямок від поверхні матеріалу до його середини.

При сушінні інфрачервоними променями напрямки потоку вологи є протилежними лише в період прогріву. При поступовому прогріванні тіла волога переміщається всередину шару матеріалу, вологовміст віддалених від поверхні шарів зростає і виникає значний перепад вмісту вологи у тілі. До кінця періоду опромінення тіло прогрівається, перепад температур зменшується, волога рухається до поверхні і починає інтенсивно випаровуватись. Інтенсивність випаровування підвищується в десятки разів [1].

Під час проведення процесу сушіння постає питання кратності використання сушильного агента, в нашому випадку повітря, в робочій камері апарата. Розрізняють сушіння з однократним використанням сушильного агента та з рециркуляцією, яка в свою чергу поділяється на часткову та повну рециркуляцію. На разі більш розповсюджене сушіння з однократним використанням сушильного агента, але сушіння з частковою або періодичною рециркуляцією дає ряд переваг. Чим менше відносна вологість повітря тим більше рушійна сила процесу сушіння. Вологість і вологовміст свіжого повітря під час радіаційного сушіння збільшується, що зменшує інтенсивність сушіння. При достатньому прогріві матеріалу температура повітря також збільшується. В результаті відносна вологість може зменшитися майже в двічі при збільшенні вологовмісту, що робить нераціональним однократне використання такого сушильного агента. Але цей процес не нескінченний – якщо випаровування проходить в замкненому просторі, то при набутті відносної вологості певного значення процес випаровування припиниться. Для відновлення інтенсивного сушіння необхідно в сушильну камеру ввести свіже повітря.

Отже, взявши до уваги те, що метою дослідження є вибір оптимального методу сушіння термолабільних матеріалів, вибираємо метод терморадіаційного сушіння (з використанням ІЧ – випромінювання) з частковою або періодичною рециркуляцією відпрацьованого повітря, який має ряд суттєвих переваг серед інших методів:

- температура продукту під час сушіння знаходиться в межах, які забезпечують збереження цінних біологічно активних компонентів;
- сушіння вище на 34 – 44%;
- швидкість за рахунок використання часткової рециркуляції енергетичні витрати зменшуються на 20 – 25%;
- реалізуються режими імпульсного сушіння.

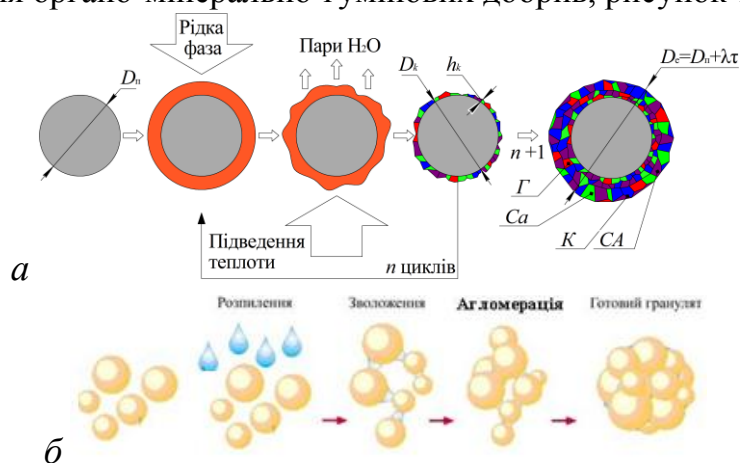
Перелік посилань:

1. Островский Г.М. «Справочник химика. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II. – СПб.: НПО Профессионал, 2006. – 916 с. ил.

ЗАКОНОМІРНОСТІ УТВОРЕННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНО-ГУМІНОВИХ ДОБРИВ

магістрант Куріньовський О. В., д.т.н., професор Корнієнко Я. М., ст. викл.
Сачок Р. В., асист. Гайдай С. С., зав.лаб. Мартинюк О. В., магістрант Любека А.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Стан ґрунтів України потребує використання добрив нового покоління. В Україні відсутня достатня база для виробництва фосфатних та калійних добрив, тому в якості мінеральної сировини використовується сульфат амонію, органічної – кісткове борошно (містить макро- і мікроелементи, СаО природнього походження до 40% і P_2O_5 до 30%) та власне гумати із концентрацією 0,5-1%. Загальний вміст твердої фази у робочому розчині – 60%, що суттєво зменшує енерговитрати у порівнянні із [1], де вміст твердої фази 40 %. Основними вимогами до добрив є рівномірність розподілення компонентів по всьому об'єму гранули. Це досягається шляхом зневоднення рідких систем у псевдозрідженому шарі. Можливі два механізми утворення органічно-мінерально-гумінових добрив, рисунок 1.



a – механізм утворення добрив за рахунок грануляції із пошаровою структурою;

б – механізм утворення дорив за рахунок агломерації.

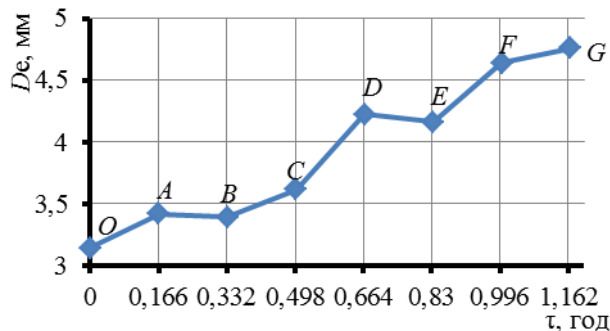
Рисунок 1 – Можливі механізми утворення органічно-мінерально-гумінових добрив

Для виконання цих вимог доцільною є грануляція із пошаровим механізмом гранулоутворення, яка забезпечує рівномірність розподілення компонентів та задану міцність гранули. Це досягається відповідною організацією процесу у псевдозрідженому шарі із застосуванням теплоносія, температура якого в декілька разів перевищує температуру плавлення матеріалу.

При отриманні органічно-мінерально-гумінових композитів заданого складу $[P]:[Ca]:[N]:[K]:[Г.] = 10:19:11:2:1$ при наступних параметрах технологічного процесу: температура шару $T_{ш} = 96$ °С, гідравлічний опір шару $\Delta P_{ш} = 1962$ Па встановлено динаміку зміни еквівалентного діаметра зернистого матеріалу, рисунок 2, яка свідчить про стійку кінетику процесу та безперервність росту гранул. Проте спостерігається великі значення середньої лінійної швидкості росту гранул

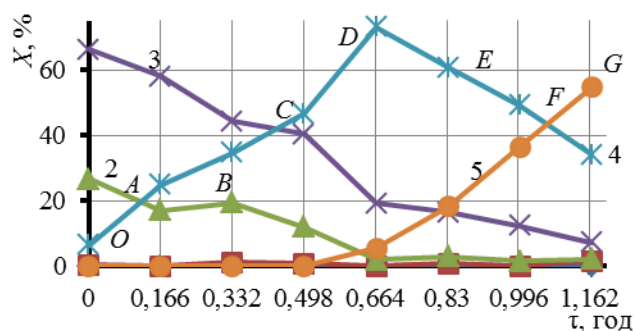
Збірник тез доповідей VIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

$\Lambda = 1,659$ мм/год. Динаміка зміни масових відсотків окремих фракцій, рисунок 3, характеризується послідовним переходом гранул із фракцій меншого розміру до фракцій більшого розміру, що свідчить про пошарову структуру гранул (див. рис 1). Так, після т. D ($\tau = 0,66$ год) збільшується вміст фракції 5+ за рахунок зменшення 4+. Майже паралельність і рівномірний спад кривих 2 та 3 свідчить про поступовий, рівномірний перехід гранул із фракції 2+ у 3+ із переходом у 4+.



1 — +1.0 мм; 2 — +2.0 мм; 3 — +3.0 мм;
4 — +4.0 мм; 5 — +5.0 мм

Рисунок 2 – Динаміка зміни еквівалентного діаметра гранул



1 — +1.0 мм; 2 — +2.0 мм; 3 — +3.0 мм;
4 — +4.0 мм; 5 — +5.0 мм

Рисунок 3 – Динаміка зміни масових відсотків окремих фракцій

Для конкретно цих умов і цих композитів найбільш доцільно вести процес на ділянці $O-D$, де $d_e < 4,5$ мм при якому виконується вимога отримання готового продукту відповідного гранулометричного складу. Виникає потреба у стабілізації процесу на ділянці $D-G$, де різко збільшується d_e за рахунок різкого збільшення вмісту фракції 5+, що не відповідає вимогам. Саме це і стане задачею досліджень а також дослідження ділянки $C-F$, де відбувається стрибкоподібне збільшення Λ . Безперервне гранулоутворення із можливістю отримання заданого гранулометричного складу при пошаровому механізмі можливе за наявності потужного джерела нових центрів грануляції, яке можна реалізувати завдяки внутрішньому й зовнішньому рециркулю. В основу математичної моделі гранулоутворення авторами роботи [2] покладено рівняння нерозривності, записане у частинних похідних:

$$\frac{\partial g}{\partial \tau} + 2 \left[\Lambda \frac{\partial g}{\partial D} + g \frac{\partial \Lambda}{\partial D} - \frac{3\Lambda g}{D} \right] = -S\psi K g + \phi(D), \quad \tau > 0, 0 < D < \infty, \quad (1)$$

де g – функція масового розподілення гранул за діаметром, мм⁻¹; τ – час, год; D – поточний діаметр гранул, мм; Λ – лінійна швидкість росту гранул, мм/год; S – функція сепарації; ψ – коефіцієнт гранулоутворення; K – константа вивантаження, год⁻¹; ϕ – функція потужності джерела та стоку, (мм·год)⁻¹.

Для розв'язку рівняння (1) необхідно експериментально визначити коефіцієнт гранулоутворення, лінійну швидкість росту гранул, константу вивантаження та розрахункову функцію масового розподілення за діаметрами, що забезпечує заданий дисперсний склад та експериментальну, що визначена в даний конкретний момент часу.

Для опису масового розподілення гранул застосовується γ -розподілення:

$$g = \frac{z^n}{(n-1)!} D^{n-1} e^{-zD}, \quad (2)$$

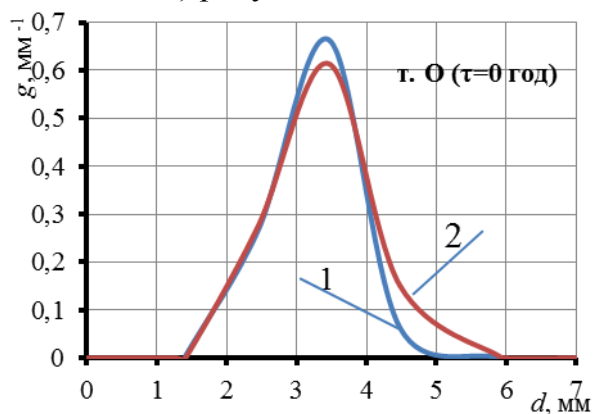
де z , n – параметри.

На основі експериментальних даних знайдено і побудовано апроксимуючі криві, які описують масове розподілення. У таблиці 1 наведені результати апроксимації.

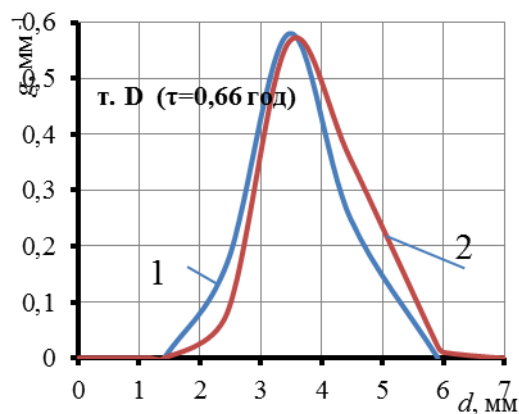
Таблиця 1 – Результати апроксимації масового розподілення

| Точка | <i>O</i> | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>G</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| n | 22 | 24 | 7 | 5 | 29 | 3 | 4 | 10 |
| z | 7,081 | 6,701 | 1,838 | 1,373 | 6,788 | 0,735 | 0,69 | 2,066 |
| d_e | 3,139 | 3,415 | 3,386 | 3,613 | 4,22 | 4,158 | 3,386 | 4,757 |
| n/z | 3,106 | 3,581 | 3,808 | 3,636 | 4,271 | 4,076 | 5,797 | 4, |
| σ | 0,93 | 0,91 | 0,87 | 0,46 | 0,89 | 0,26 | 0,18 | 0,85 |

Для точок *O*, *A*, *B*, *D* і *G* апроксимуюча крива описує масовий розподіл практично на всьому проміжку при коефіцієнті кореляції $\sigma = 0,85 - 0,93$. Для точок *C*, *E*, і *F* апроксимуюча крива не описує масовий розподіл, особливо на ділянках де $d > 4,5$ мм. Функції масового розподілення у т.*O* ($\tau = 0$ год), рисунок 4, та в т. *D* ($\tau = 0,66$ год), рисунок 5.



1 – експериментальна крива; 2 – теоретична
Рисунок 4 – Функції масового розподілення при $\tau = 0$ год, т. *O*



1 – експериментальна крива; 2 – теоретична
Рисунок 5 – Функції масового розподілення при $\tau = 0,66$ год, т. *D*

Експериментально визначено, що у точці *D* ($\tau = 0,66$ год) коефіцієнт гранулоутворення $\psi = 79,6$ %. Як видно із рисунків 4 і 5, функція масового розподілення та її максимум плавно переміщуються в зону більших діаметрів, що підтверджує стійку кінетику процесу. Проте, в подальшому необхідно визначити вплив технологічних параметрів на динаміку зміни масового розподілення частинок в апараті.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М. Математичне моделювання безрециклового процесу грануляції у псевдозрідженому шарі. // Наукові вісті НТУУ "КПІ"–2000.- № 2. Ст. 38-41.
2. Обезвоживание растворов в кипящем слое / О.М. Годес и др.. – М.: Металлургия, 1973.

УДК 66.071.6:622.279

**РЕГЕНЕРАЦІЯ ОЧИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РУЛОНОВАНИХ
МЕМБРАН МЕТОДОМ ІМПУЛЬСНОГО ВАКУУМУВАННЯ**

студент Лялька М. О., д.т.н., професор Корнієнко Я.М.,
ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Зниження продуктивності та очисних можливостей мембранних установок в найбільш поширених випадках викликано поверхневим забрудненням (95–97%), та в меншій мірі ущільненням капілярно пористої структури активного шару мембрани (3–5%) [1]. Властивості шару осаду на поверхні мембрани визначаються фізико-хімічним складом речовини яка надходить в установку. Зазвичай, осад складається з карбонатів та гідроксидів металів, мінеральних забрудників, різних типів плівок органічного походження. Визначення точного складу осаду можливе лише після лабораторного дослідження зразка субстанції яка потрапляє на мембранний апарат для очищення. Тому в загальному випадку доречно зауважити, що основний внесок у формування важко розчинного шару вносять саме бікарбонати, карбонати, сульфати, фосфати, фториди, а також борати та силікати, гідроксиди заліза, марганцю та алюмінію. Всі ці сполуки відрізняються дуже низькою розчинністю, що спричиняє основну проблему для роботи мембранної установки.

Методи боротьби з осадом на поверхні мембран можуть бути превентивними – запобігання причинам осадоутворення, та регенеративними – усунення вже утвореного осаду. Методи запобігання осадоутворенню потребують ґрунтовного дослідження та є перспективними, але будь яка установка все одно буде накопичувати осад який треба видаляти. При розгляді рулонованих мембранних установок, які є найбільш поширеними, очевидним є неможливість використання механічних способів очистки, враховується складність будови мембранного модуля. Отже, залишаються методи регенерації. Застосування методу вакуумування є одним з перспективних методів для регенерування мембран, що може продовжити роботу мембрани на декілька циклів. Теоретична основа цього методу полягає у тому, що лімітуючою стадією в процесі мембранної очистки є дифузійне перенесення яке виникає на межі розподілу фаз між осадом та рідиною. Таке перенесення описується основним рівнянням масопередачі. Очевидним є те, що інтенсифікація процесу можлива при зміні параметрів в апараті (межі яких є обмеженими), що вплине на коефіцієнти масовіддачі, але складна конструкція мембранного модуля та умови роботи мембрани (обмеження температурних режимів) звужують ці можливості. З цих причин найбільш доцільною задачею

є руйнування дифузійного шару, що чинить основний опір, окрім цього буде відновлено поверхню масообміну. При застосуванні методу регенерації мембрани з використанням вакуумування система заповнена промивною речовиною яка насичує осад. При поступовому зменшенні тиску та досягненні точки насиченої пари, при наявній температурі, починають утворюватись парові бульбашки які також виникають в об'ємі осаду. При їх хаотичній міграції вони починають миттєво знищуватись, при цьому виділяється велика кількість енергії яка руйнує шар осаду. На рисунку показано дані які були отримані на лабораторній установці. Також, виділено діапазон у якому відбувається процес активного руйнування осаду. Як промивний агент було обрано очищену воду з температурою 30°C. Відповідно тиск насичення – $P_{нас} = 0,004247 \pm 2\% \text{ МПа}$.

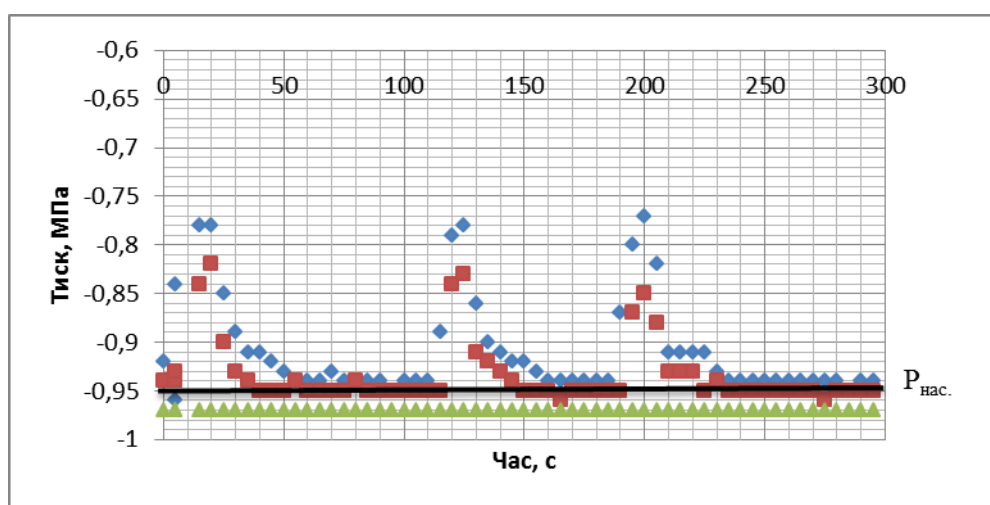


Рисунок 1. Експериментальні дані

Після процесу вакуумування за експериментальними даними було визначено, що продуктивність мембрани відновлюються в межах 10-12% без втрати селективності. Подальші експерименти можуть остаточно визначити вплив процедури вакуумування на процес відновлення мембран. Результати досліджень в подальшому можуть стати основою для створення відповідної методики та робочої установки яка може забезпечити потребу промисловості у відновленні мембран, що дасть значний економічний ефект.

Перелік посилань:

1. Федоренко В.И. Ингибирование осадкообразования в установках обратного осмоса. / Федоренко В.И. // Мембраны. Серия. Критические технологии.— №3 – 2006.— с120.

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

магістрант Лялька Г.О., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»»

Нарощування обсягів виробництва продукції вимагає постійного підвищення вимог до обладнання. Воно повинно бути ефективним, надійним, забезпечувати можливість автоматизації і мати таку продуктивність, щоб весь випуск продукції забезпечувала одна виробнича лінія [1].

На сьогоднішній день одним з перспективних напрямів інтенсифікації хіміко-технологічних процесів і підвищення ефективності технологічного обладнання визнається впровадження методів обробки рідких середовищ, що базуються на імпульсному енергетичному впливі із застосуванням одночасної дії різних фізико-хімічних ефектів, що використовують внутрішні і зовнішні джерела енергії [2].

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) поєднують у собі принципи роботи диспергатора, гомогенізатора і відцентрового насоса. Шляхом комплексної дії гідродинамічних впливів (тертя, пульсації тиску, ударні навантаження, кавітація та інші), що відбуваються в РПА, змінюються фізико-механічні властивості рідин і знижуються енерговитрати за рахунок інтенсифікації технологічних процесів.

За останній час з'явилась велика кількість як закордонних, так і вітчизняних конструкцій РПА різних типів – занурюваного, вбудованого, проточного, які можуть бути виконані з вертикальним або горизонтальним приводним валом.

РПА занурюваного типу зазвичай виконуються у вигляді перемішувачих пристроїв, що встановлюються у ємність з оброблюваним середовищем. Незважаючи на конструктивну простоту такі РПА не забезпечують достатньо якісної гомогенізаційної обробки усієї маси продукції.

Найбільшого поширення набули РПА проточного типу, робочі органи яких змонтовані в невеликому корпусі, що має патрубки для входу і відведення оброблюваної речовини.

За кількістю робочих камер РПА можуть бути одно- та багатокамерними. Однокамерні апарати мають ротор і статор у вигляді дисків, оснащених концентричними рядами зубів, або у вигляді коаксіальних перфорованих циліндрів. В багатокамерних апаратах присутні більше двох роторно-статорних груп, у результаті чого утворюється декілька зон активної обробки середовища, що дозволяє досягти у ньому більш глибоких перетворень. Разом з цим зі збільшенням кількості роторно-статорних груп у багатокамерних РПА збільшуються витрати і втрати енергії. Отже, для забезпечення технологічних процесів при виборі конструкції апарата необхідно виходити не тільки з його спроможності задовольняти виробничі потреби, а й з економічної доцільності.

Окрім основних робочих органів РПА можуть мати додаткові робочі елементи, основною задачею яких є підвищення ефективності обробки речовин. В якості додаткових елементів можуть використовуватися лопаті, ножі або комбіновані елементи, що встановлюються на роторі, статорі або корпусі [3].

Загалом огляд літературних джерел та даних фірм – виробників вказує на те, що основні сучасні розробки РПА стосуються пристроїв проточного типу, які активно використовуються у складі промислових ліній, зокрема у хімічній, харчовій, фармацевтичній та енергетичній галузях виробництва та енергетиці.

Бібліографія:

1. Карпачева С.М., Рябчиков Б.Е. Пульсационная аппаратура в химической технологии. М.: Химия, 2003. – 224 с.
2. Муравьев А.Я. Интенсификация и повышение интенсивности химико-технологических процессов. Л.: Химия, 1998. – 206 с.
- 3.Новиков В.С. Гомогенизация и диспергирование в современной технологии: Обзор//Промышленная теплотехника.2000.Т.12. № 5. С. 40-59.

УДОСКОНАЛЕННЯ ВІБРОЕКСТРУЗІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

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

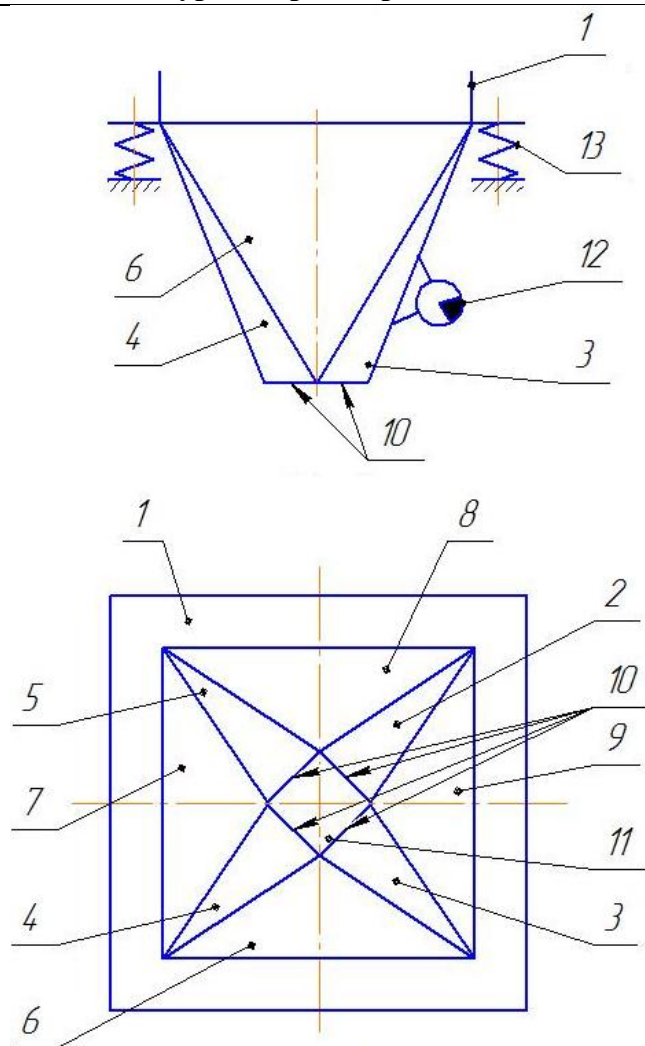
Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

При віброекструзії прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів має місце понижена витрата суміші в кутах прямокутного роздавального вікна, що призводить до розривів суцільності плину фібробетону в цих зонах і дефектам у виробках, які формуються.

Для підвищення швидкості плину суміші у кутових зонах і, відповідно, покращення якості виробів за рахунок зменшення різниці в об'ємній витраті суміші різних ділянок роздавального вікна авторами була запропонована нова конструкція віброекструдера [1]. Бункер такого віброекструдера містить вісім похилих стінок, чотири з яких розширюються донизу, де утворюють своїми крайками роздавальне вікно, а інші чотири трикутні стінки розташовуються поміж першими стінками і звужуються донизу до кутів прямокутного роздавального вікна (див. рисунок).

Запропонований віброекструдер працює таким чином. У верхню частину бункера 1 завантажують бетонну суміш з фібрами і вмикають збудник коливаль 12, після чого внаслідок коливаль, які передаються від збудника коливаль 12 до стінок 2-9 бункера 1, фібробетонна суміш у бункері 1 розріджується і перетікає в напрямку роздавального вікна 11, одночасно перемішуючись за рахунок зсувних деформацій. Виконання додаткових чотирьох похилих плоских стінок 6-9, які звужуються донизу, полегшують плин фібробетонної суміші у кутових зонах бункера 1 віброекструдера через збільшення кута між похилими стінками 2-9 бункера 1. Виходячи з прямокутного роздавального вікна 11 фібробетонна суміш отримує форму виробу.



1 – бункер; 2-9 – похилі стінки бункера; 10 – нижні краї стінок;

11 – роздавальне вікно; 12 – вібратор; 13 – пружні зв'язки

Рисунок – Віброекструдер для формування прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів

Пропонована конструкція забезпечує зменшення різниці в об'ємній витраті суміші різних ділянок роздавального вікна, за рахунок чого покращується однорідність фібробетонної суміші і якість виробів, а бункер віброекструдера стає більш доступним для очищення.

Перелік посилань:

1. Рішення від 20.02.15 про видачу патенту України. МПК (2014.01) B28B13/00. Віброекструдер для формування прямокутних у поперечному перерізі фібробетонних виробів. / Андреев І.А., Мартиненко Я. М.; заявник і патентовласник вони же. — № u201412037; заявл. 07.11.14.

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ГУМІНОВИХ ДОБРИВ В ПРИСУТНОСТІ КОСТЯНОЇ МУКИ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Добрива мають багатофункціональне значення в агроценозі, вони являються не тільки джерелом поживних речовин для рослин, а й підвищують їх мобілізацію в ґрунті, енергію життєвих процесів в ньому, змінюють його властивості, виконують багато екологічних функцій.

В наш час в світовому землеробстві застосовується широкий асортимент різних видів і форм добрив. Це мінеральні, які випускаються хімічною промисловістю, так і органічні місцеві сировинні ресурси, відходи тварин, різних гілок промислового та комунального господарства.

Комплексні добрива – це 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 і змішані.

Виготовлення комплексних добрив економічно вигідніше, оскільки на вноситься одночасно не один елемент живлення, а два і більше.

Складні добрива доцільно виготовляти в єдиному технологічному циклі в результаті хімічної взаємодії компонентів. В кожній молекулі чи гранулі міститься кілька поживних речовин.

Традиційно складнозмішані добрива отримують «мокрим» способом – змішуванням порошкоподібних односторонніх добрив з наступним чи одночасним введенням аміачних сполук, різних кислот та інших азото- та фосфатовмісних продуктів, аміаку, пари та води.

Змішані добрива добувають механічним змішуванням кількох простих добрив (гранульованих або порошкоподібних).

Для змішаних добрив треба правильно підбирати компоненти, порушення може призвести до зниження ефективності добрив у результаті їх зволоження, злежування, втрат поживних речовин, переходу у

важкодоступні для рослин форми. Не рекомендується змішувати амонійні добрива з лужними, можливі втрати азоту у вигляді аміаку.

Крім того, промисловістю випускаються рідкі та суспензійні комплексні добрива основані на взаємодії різних рідких, газоподібних, твердих продуктів та добавок, аміаку, води.

Однак, досягти розширеної плодючості ґрунтів і систематичного росту продуктивності землеробства можна досягти при одночасному використанні органічних добрив: гумусу, компостів, пташиного посліду, залишків соломи, зеленого добрива та мінеральних компонентів. Світовий досвід показує, що застосування органічних добрив є корисним та ефективним.

Органічні добрива здатні забезпечити ґрунт такими корисними біологічно активними речовинами як гумати. Гуматами називають суміш солей гумінових кислот. Гумати сприяють збільшенню здатності організмів протистояти несприятливим умовам, активізують біоенергетичні процеси, стимулюють обмін речовин, покращують проникнення мінеральних речовин через пори, що призводить до збільшення врожайності культур. У промисловому масштабі добувають гумати натрію та калію.

Тому доцільним є використання комплексних органо-мінеральних гумінових добрив додаючи кістяну муку. Кістяна мука – аморфна речовина світло-сірого кольору, що містить 21% фосфору та близько 1,5-4% азоту. Це сприяє цвітінню, росту рослини, укріплює корневу систему.

Завданням роботи є дослідження процесу кристалізації комплексного добрива в присутності кістяної муки є отримання пропорцій компонентів, аналіз та оцінка корисних властивостей сформованих гранул. Визначення основних технологічних параметрів процесу утворення комплексних добрив.

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. «Гумати» [електронне джерело]. Режим доступу: <http://avante-agro.com.ua/ua/gumati>

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ
ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ТЕРМОНАСОСНІЙ СУШАРЦІ З
ДОДАТКОВИМ ІНФРАЧЕРВОНИМ ПІДГРІВОМ**

магістрант Муляр В.П., д.т.н., проф. Снежкін Ю.Ф., Дабіжа Н.О.,
Інститут технічної теплофізики НАН України,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) в процесах сушіння досягає 10 % від загальної витрати ПЕР в промисловості, тому роботи спрямовані на раціональне використання енергоресурсів в процесах сушіння є актуальними.

Найбільш широко в промисловості застосовується конвективний спосіб сушіння. Він передбачає обдування висушуваного матеріалу потоком гарячого повітря з подальшим викидом зволоженого повітря в атмосферу. Інтенсифікацію процесу конвективного сушіння, як правило, здійснюють шляхом підвищення температури теплоносія, однак, при сушінні термолабільних матеріалів це призводить до погіршення якості висушеної продукції. Природа термолабільних матеріалів така, що їхня якість після сушіння тим вища, чим нижчий температурний рівень процесу зневоднення і менша його тривалість.

Низькотемпературне сушіння термолабільних матеріалів доцільно реалізовувати в конвективних сушарках із застосуванням теплових насосів. При теплонасосному сушінні можливо усунути основні недоліки традиційних конвективних установок: за рахунок утилізації теплоти відпрацьованого сушильного агента скорочуються витрати енергії на процес сушіння; за рахунок примусового осушення повітря можливо незалежно від умов навколишнього середовища підтримувати необхідні тепловологісні параметри сушильного агенту.

При теплонасосному сушінні волога, що видаляється, не виноситься сушильним агентом в навколишнє середовище, а конденсується на холодній поверхні випарника і відводиться в рідкому стані.

Недоліком сушарок із парокомпресійним тепловим насосом є досить повільне нагрівання матеріалу. Це пов'язано із тривалим виведенням установки на заданий температурний режим і, як наслідок, отримуємо низьку швидкість видалення вологи та значну тривалість процесу сушіння. Цей недолік можна усунути, застосувавши інфрачервоні нагрівачі на початковому етапі сушки.

Дослідження спрямовані на оптимізацію процесу сушіння в теплонасосній сушарці за допомогою застосування інфрачервоних нагрівачів.

На рис.1 надані результати експериментальних досліджень кінетики сушіння яблук при теплонасосному сушінні і при комбінованому. При виході на режим температура сушильного агенту становить +42°C, а температура інфрачервоного

нагрівача становить $+80^{\circ}\text{C}$. Як видно із рис.1,2, при застосуванні інфрачервоного нагрівача відбувається швидке прогрівання матеріалу і збільшення швидкості випаровування вологи приблизно у 1,5 рази. Одержані результати підтверджують доцільність використання інфрачервоного нагріву.

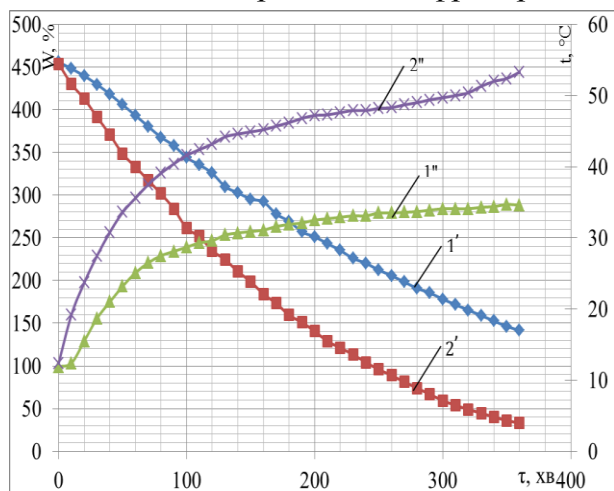


Рисунок 1–Криві сушіння яблук (1' та 2') та криві швидкості нагріву матеріалу (1'' та 2''): 1' і 1'' – теплонасосне сушіння; 2' і 2'' – теплонасосне сушіння та інфрачервоний підігрів

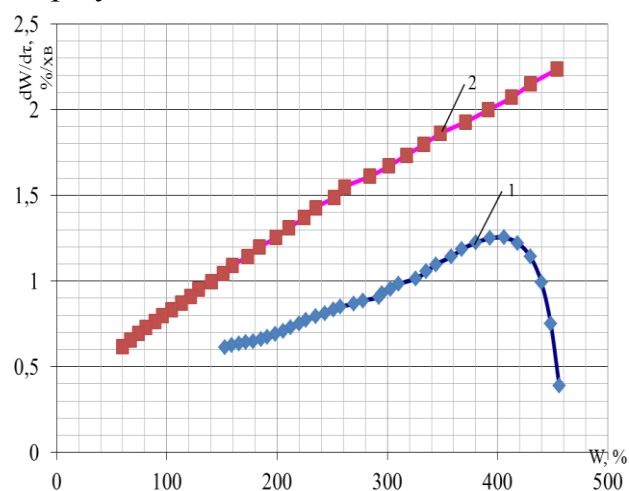


Рисунок 2 – Криві швидкості сушіння яблук: 1 – теплонасосне сушіння; 2 – теплонасосне сушіння та інфрачервоний підігрів

Визначення енерговитрат і питомих енергетичних показників під час теплонасосного сушіння з інфрачервоним нагрівом на різних стадіях процесу дозволить провести вибір оптимальних за енерговитратами режимів технологічного процесу.

Розробка режимів зневоднення термолабільних матеріалів з перемінним режимом роботи теплонасосного агрегату та інфрачервоного нагрівача дозволить створити оптимальні умови для сушіння термолабільних матеріалів з мінімальними енерговитратами.

Література:

1. Дабижа Н.А. Оптимизация режимов теплонасосной сушки коллоидных капиллярно-пористых материалов / Н.А. Дабижа // Промышленная теплотехника. – 2007. – Т.29, № 5. С.57-60.
2. 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

УДК 678.027.3

ПРОЦЕС ВИСОКОШВИДКІСНОЇ КАСКАДНОЇ ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОЇ ЕКСТРУЗІЇ

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

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

На сьогоднішній день темпи зростання виробництва та переробки полімерних матеріалів є досить високими і в майбутньому прогнозується їх зростання [1], тому від галузі полімерного машинобудування вимагається розширене використання ресурсозберігаючих технологій. Особливе значення мають великотонажні виробництва, в яких для переробки сировини застосовується екструзійний процес.

Найбільш поширеною залишається одночерв'ячна екструзія. При цьому один робочий орган – черв'як, одночасно виконує наступні операції: живлення, стискання, плавлення, змішування, створення тиску та дозування розплаву. Всі названі процеси тісно пов'язані між собою, що значно ускладнює їх оптимізацію. На якість процесу екструзії впливає гранулометричний склад сировини, нестабільність швидкості обертання черв'яка, коливання температури, зміна в'язкості розплаву і тиску в середині апарата. Нестабільність цих параметрів призводить до пульсації продуктивності, що в подальшому призводить до перевитрат сировини і енергії. Останнім часом значного поширення набула високошвидкісна екструзія. Під час такого типу екструзії мінімізується коливання температури розплаву в екструдері, незалежно від швидкості обертання шнека, що запобігає його перегріванню. Крива зміни температури показує, що в разі зміни швидкості обертання шнека від 200 об/хв до 1000 об/хв, показник зміни температури розплаву становить менше 2 °С, в порівнянні зі звичайною екструзією – 15-20 °С. Високошвидкісна екструзія проходить в адіабатичному режимі і плавлення відбувається за рахунок енергії дисипації, внаслідок чого заощаджується 35-45% електроенергії [1]. Екструдер компанії Battenfeld, з діаметром шнека 75 мм, може експлуатуватися зі швидкістю обертання шнека до 1500 об/хв, забезпечуючи величину продуктивності до 2200 кг/год, що в разі перебільшує продуктивність при звичайній екструзії – 100-120 кг/год [1].

У випадках, коли необхідна підвищена пластикація, введення домішок, фарбування, наповнення, переробка композиційних матеріалів чи вакуумування розплаву одночерв'ячна та високошвидкісна екструзія не завжди можуть забезпечити достатньо високий рівень переробки. З цією метою все частіше використовують каскадні екструдери, в яких процес розділений на окремі операції з автономним керуванням. Саме тому для дослідження процесу екструзії на кафедрі МАХНВ НТУУ «КПІ» створений каскадний дисково-шестеренний екструдер, який має високий ресурсоенергозберігаючий ефект [2]. На першій стадії переробки полімеру використовується дисковий екструдер, що працює в режимі неповного завантаження, забезпечуючи кероване інтенсивне плавлення й змішування завдяки можливості зміни швидкості обертання черв'ячно-дискової частини, а також кероване диспергуюче перемішування в дисковій зоні завдяки можливості зміни робочого зазору без зміни продуктивності. На другій стадії використовується об'ємний шестеренний насос, який встановлюється між дисковим екструдером і формуючою головкою. Насос створює високий тиск, забезпечує жорстку та рівномірну подачу сировини і відсікає всі попередні флуктуації, при цьому перевитрати сировини і енергії не більше 2% від номінально запланованих. Використання насосу сприяє вирівнюванню пульсації розплаву, що дозволяє випускати продукцію з меншими допусками на геометричні розміри зі значною економією сировини і енергії, що є головною економічною підставою для використання шестеренного насосу [2].

Перелік посилань:

1. Сайт «Пластвеб» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://plastweb.ru/>
2. Мурдід Н. В. Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів / Н. В. Мурдід, М. П. Швед, І. О. Мікульонок, Д. М. Швед, // Наукові вісті КПІ №2009/2 – 2008 – с. 74-77.

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУЗІЇ ТРУБ ДІАМЕТРОМ БІЛЬШЕ 560 ММ

магістрант Олексієвець В. Ф., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Метою досліджень є формулювання фізичної моделі процесу течії неньютонівської рідини у формуючих каналах головки гвинтового типу та визначення граничних і початкових умов процесу. Конструкцію головки наведено на рис. 1



Рисунок 1 – Конструкція головки екструдера зі гвинтовою нарізкою

Процес руху розплаву полімеру в каналах, утворених дорнотримачем і корпусом складний, для його моделювання використовується метод, рекомендований у [1]. Метод полягає в тому, що загальний потік розглядається як плин двох незалежних потоків (у каналах гвинтової нарізки і кільцевому зазорі). Загальноприйнятим **припущенням** є умова непросковзування розплаву на стінках каналів (швидкість розплаву на стінках дорівнює нулю). Рушійною силою процесу є різниця тисків на вході та виході формуючого інструмента.

Схематично рух розплаву показано на рис. 2. Другим припущенням є нестисливість розплаву. З закону збереження маси та другого припущення

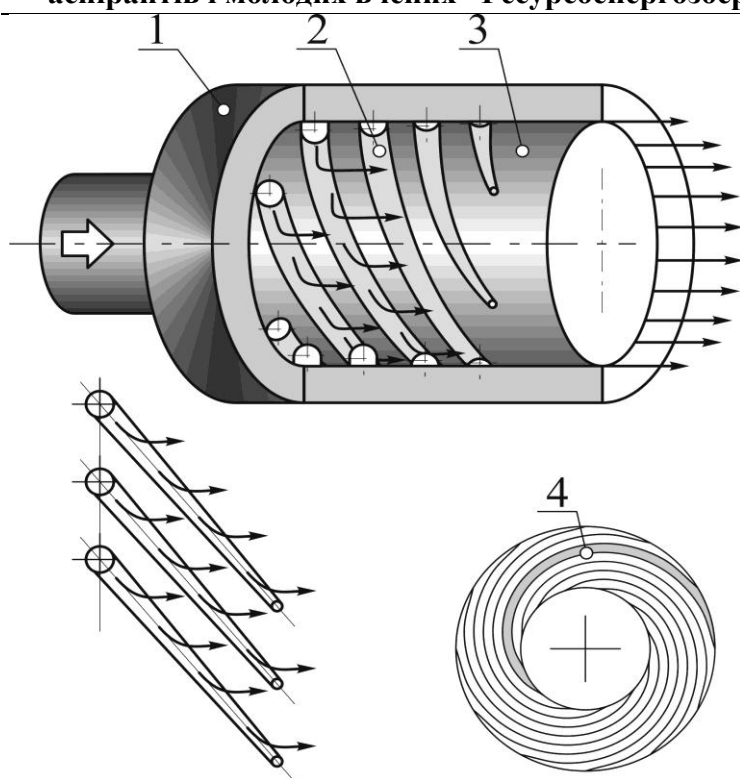


Рисунок 2 – Схема потоків розплаву в каналах формуючого пристрою

витікає незмінність об'ємної витрати у будь-якому перетині, який розташовано перпендикулярно до осі формуючого інструмента:

$$Q_p + Q_{bz} = Q, \quad (1)$$

де $Q = \text{const}$, Q_p – об'ємна витрата в спіральному каналі, Q_{bz} – об'ємна витрата в кільцевому каналі.

Оскільки градієнт тиску уздовж осі дорнотримача $\partial P / \partial z$ однаковий для обох каналів, то витрату, викликану цим градієнтом, можна знайти [1]:

$$Q_p = \pi \cdot (\partial P / \partial z) \cdot (D_{cil} / 2)^4 / (8 \cdot \mu \cdot L) \cdot ((1 - \beta^4) - (1 - \beta^2)^2 / (\log((1/\beta)))) , \quad (2)$$

$$Q_{bz} = m \cdot (\partial P / \partial z) \cdot n \cdot B_k(z) \cdot H_k(z)^3 / (12 \cdot \mu \cdot L_k), \quad (3)$$

Шуканою функцією є:

$$\partial P / \partial z = f_1(z) \quad (4)$$

Висновок: рівняння 2, 3 не враховують неньютонівську поведінку розплаву у процесі його руху. Для адекватного моделювання потрібно розробити математичну модель з урахуванням неньютонівської поведінки розплаву у формуючому пристрої.

Перелік посилань:

1. Тадмор З., Гогос К. Теоретические основы переработки полимеров. пер. под ред. Торнера Р.В.- М.: Химия, 1984.- 628 с.
2. Peter Fisher, Troisdorf . Werkzeuggef Mehrschichtrone // KU Kunststoffte plast europe. 8/2001 Vol.91.
3. Інтернет-ресурс: www.eta-kunststofftechnologie.de від 16.03.2015р.

Дослідження гідродинаміки та теплообміну в роторно-плівковому апараті

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

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Останнім часом широкого поширення в промисловості отримали плівкові апарати з поверхнею та ротором який обертається. Роторні плівкові апарати придатні для здійснення багатьох теплофізичних процесів: нагрівання, охолодження, а при зміні агрегатного стану: випарювання, дистиляції та інших процесів, які широко поширені в хімічній, біотехнологічній та харчовій промисловості [1].

Застосування роторно-плівкового апарата для вищеназваних процесів обробки харчових продуктів дозволяє у багатьох випадках досягти радикального поліпшення техніко-економічних показників виробництва.

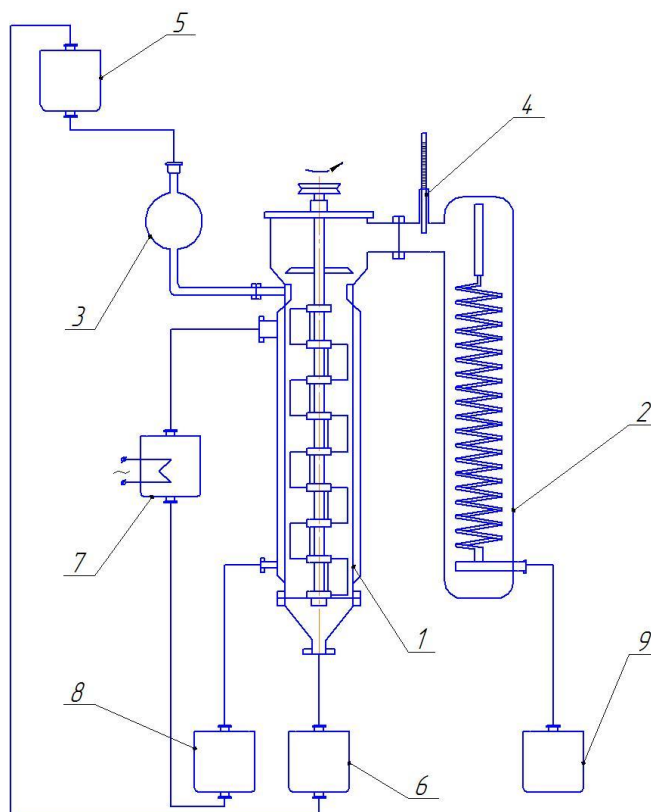
Однак теплообмін в роторно-плівковому апараті вивчений недостатньо повно, що пояснюється значною складністю процесу і великою кількістю чинників, які впливають на інтенсивність теплопередачі (щільність зрошення, число обертів ротора, кількість і тип лопатей, величина теплового потоку, теплофізичні властивості розчинів та ін.). Так, як в літературі [2] даних щодо гідродинаміки та теплообміну в роторно-плівковому апараті не достатньо для проведення розрахунків, то необхідно проводити дослідження експериментально.

На рисунку 1 показана принципова схема лабораторної установки для проведення дослідів у роторно-плівковому апараті.

У процесі досліджень контролюються та вимірюються наступні параметри: витрата продукту в апараті; температура продукту на вході і виході з апарату; температура і витрата теплоносія, що нагріває корпус апарату; частота обертання ротора.

Стабільність подачі продукту забезпечується наявністю напірного бака і контролюється за допомогою ротаметра.

Температура в контрольних точках замірюється за допомогою ртутних термометрів та термопар. Привід ротора здійснюється від електродвигуна постійного струму.



- 1- роторно-плівковий апарат; 2 – конденсатор; 3 – колба для речовини; 4 – термометр; 5 – напірний бак; 6 – збірник вихідного продукту; 7 – бак для теплоносія; 8 – бак для зливу теплоносія; 9 – бак для зливу.

Рисунок 1 – Принципова схема лабораторної установки

Метою даної роботи є дослідження мінімальної густини зрошення, витрати енергії на перемішування рідини в роторі та інтенсивність теплообміну.

Перелік посилань:

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

УДК 665.63

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ РЕТУРНУ ПРИ
ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ГУМІНОВИХ ДОБРИВ В
ПРИСУТНОСТІ ОРГАНІЧНИХ І МІНЕРАЛЬНИХ ДОМШОК**

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

Національний технічний університет України

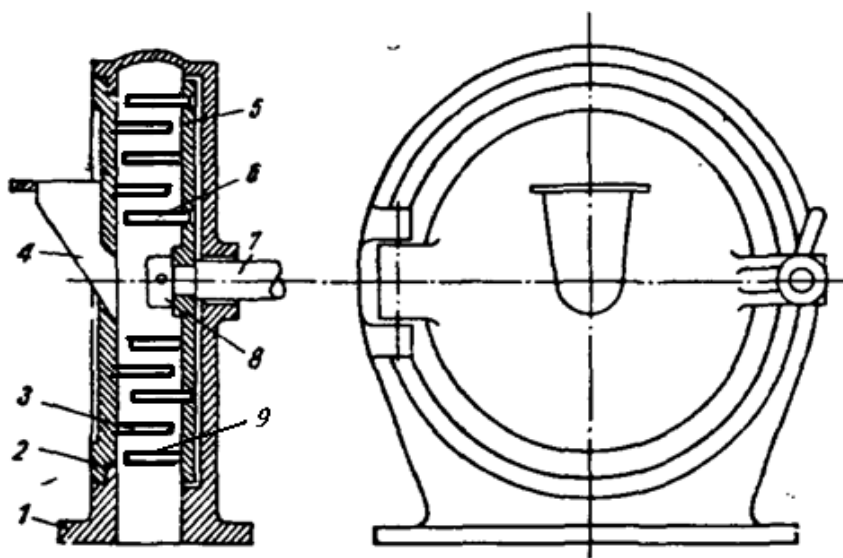
«Київський політехнічний інститут»

Загальновідома аксіома про те, що родючість визначає наявність гумусу в ґрунті: чим більше його, тим вища й родючість ґрунту. На жаль, за роки індустріалізації та хімізації землеробства, за різними оцінками експертів, українські чорноземи втратили чимало органічних речовин. Середній вміст гумусу за 150 років знизився з 10 до 3,2%. Господарства масово спалюють нетоварну частину врожаю, процеси дегуміфікації тривають і підсилюються, родючість ґрунтів щороку знижується. Головна причина цього очевидна: низька біологічна активність ґрунтів для створення потрібної кількості гумінових кислот та інших доступних форм елементів живлення рослин, а також агрономічно цінної структури ґрунту. Тому постає питання у використанні орґано-мінеральних гумінових добрив, які значно підвищують якість ґрунту.

Для виробництва добрив використовуються гранулятори. Розміри гранул повинні бути в межах 2 – 5 мм. Для вдалого процесу грануляції нам потрібно мати центри грануляцій у вигляді гранул розміром 0,5 - 1,5 мм. При вирішенні даної проблеми ми застосовуємо дисмембратор який подрібнює ті гранули які відібрались для ретурну, які в свою чергу будуть центрами грануляції для нового продукту.

Дисмембратор (рисунок 1) складається з ротора, який насаджений на вал і обертаються. На диску 5 концентрично розташовані пальці 2, які накріті броньованими насадками 9. Ротор входить у відкидну кришку таким чином, що концентричні кола з пальцями ротора розташовуються всередині концентричних кіл з пальцями кришки. На вільному кінці роторного валу насаджено приводний вал 7. Обертальний рух від електродвигуна передається

валу ротора через приводний вал. Вихідний матеріал через завантажувальну лійку, закріплену на корпусі 1, подається у центральну частину дисмембратора. При просуванні униз матеріал потрапляє під удар внутрішнього ряду пальців, подрібнюється і відкидається на наступний ряд пальців, які обертаються у протилежний бік. Під ударами другого ряду пальців відбувається подальше подрібнення і відкидання частинок на третій ряд, тощо. Подрібнений продукт розвантажується вниз – під дисмембратор.



1 – корпус; 2 – відкидна кришка; 3 – пальці; 4 – лійка; 5 – диск;
6 – пальці; 7 – вал; 8 – зажимна гайка; 9 – броньовані насадки на пальці.

Рисунок 1 – Дисмембратор

Запропонована модернізація дисмембратора шляхом встановлення на диску, на концентрично розташованих пальцях броньованих насадок, дозволить забезпечити більшу зносостійкість робочих органів апарата.

Перелік посилань:

1. Влияние органо-минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почвы. – Перспективные технологии и новые разработки. URL: <http://www.sibpatent.ru/default.asp>.

**СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ»**

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ

У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

магістрант Бірюк Д. О., к.т.н., доц.. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів у рідинах найбільш просто вирішується при використанні тонкоплівкового обладнання, у якому процеси відбуваються в тонких шарах рідини, така організація широко використовується в хімічній, біотехнологічній, харчовій та інших галузях промисловості [1].

Існуючі в літературі теоретико-експериментальні залежності гідродинаміки в роторно-плівкових апаратах не є достатніми для точних розрахунків. Тому подальше дослідження – актуальне.

Однією з важливих величин в роторно-плівковому апараті є середня товщина плівки. Експериментальне значення середньої товщини плівки визначається за формулою:

Критерій Рейнольдса визначається за формулою:

$$Re = \frac{4\delta W}{\nu} = \frac{4U}{2\pi R\nu'}$$

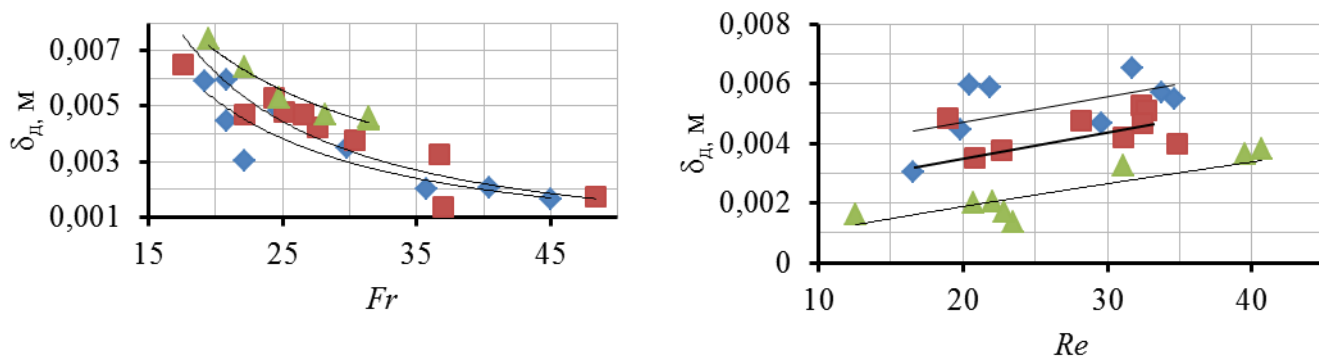
де W – лінійна швидкість, м/с, ν - кінематична в'язкість м²/с, U - подача рідини, м³/с.

Критерій Фруда:

$$Fr = \omega^2 R/g$$

де g - прискорення вільного падіння, м/с²,

ω - кутова швидкість, рад/с.



а)

б)

Рис. 1– Залежність товщини плівки від критеріїв а) Fr при $\blacklozenge Re=19$, $\blacksquare Re=28$, $\blacktriangle Re=36$ б) Re при $\blacklozenge Fr=20$, $\blacksquare Fr=26$, $\blacktriangle Fr=38$;

Проведено експериментальне дослідження середньої товщини плівки в роторно-плівковому апараті з висхідною плівкою. Дослідження узагальнені відповідними рівняннями. Отримані результати можуть бути використані для попереднього розрахунку та подальшого дослідження роторно-плівкових апаратів з висхідною плівкою.

Перелік посилань:

1. Соколов В. Н. , Яблокова М. А. Апаратура микробиологической промышленности. – Л.: Машиностроение. Ленинград. отд-ние, 1988. 278с.
2. Дослідження середньої товщини плівки роторно-плівкового апарата з висхідним потоком/ Давидов А. С., Бірюк Д. О., Зубрій О. Г. // "Хімічна промисловість України". – №2 – 2014., с. 45-47.
3. Зайдель, Александр Натанович. Элементарные оценки ошибок измерений. Изд. 2-е испр. и доп. Л., «Наука», Ленинградское отд., 1967. 99 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМООБОРКИ В ІНЕРТНОМУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

магістрант Орішкевич С.О., к.т.н., доц. Собченко В.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Псевдозрідження є одним з найбільш прогресивних методів здійснення гетерогенних технологічних процесів з твердою фазою.

Основні труднощі під час моделювання апаратів із інертним псевдозрідженим шаром пов'язані з тим, що розмір найбільших структур у ньому може досягати декількох метрів, тоді як розмір інших, що визначатимуться зіткненнями інертного шару з газом та з частинками, не перевищує декількох мікронів, тому моделювання і подальший розрахунок тепло-масообмінних процесів ускладнюються. Сучасні математичні моделі дають можливість подолати проблеми, пов'язані зі складністю опису процесів, які відбуваються в апараті, але не дозволяють досягти певної точності [1].

Основними диференціальними рівняннями для опису процесу термообробки дрібнодисперсного матеріалу в інертному псевдозрідженому шарі є: [2]

- тепловий баланс по волозі сушильного агенту:

$$c_v(v_h t_c - D_{ch} \frac{\partial t_c}{\partial h}) \frac{\partial x_c}{\partial h} + (c_c + c_v x_c)(v_h \frac{\partial t_c}{\partial h} - D_{ch} \frac{\partial^2 t_c}{\partial h^2}) = \frac{-KNS_s(t_c - t)}{\rho_c};$$

- тепловий баланс вологи для дрібнодисперсного матеріалу:

$$\left(v_l \frac{\partial p_{ut}}{\partial l} - D_l \frac{\partial^2 p_{ut}}{\partial l^2} \right) \frac{(c + c_a u) m_s}{KS_s} + \left(\frac{(r + E)}{K} \frac{\partial (v_{vl} p_{ut})}{\partial t} - \frac{\partial ((t_c - t) p_{ut})}{\partial t} \right) = 0;$$

- матеріальний баланс по волозі сушильного агенту:

$$v_h \frac{\partial x_c}{\partial h} - D_{ch} \frac{\partial^2 x_c}{\partial h^2} = \frac{NS_s v_{vl}}{\rho_c};$$

- матеріальний баланс вологи для дрібнодисперсного матеріалу:

$$v_l \frac{\partial p_{wt}}{\partial l} - D_l \frac{\partial^2 p_{wt}}{\partial l^2} = \frac{S_s}{m_s} \frac{\partial(v_{vl} p_{wt})}{\partial u};$$

-кінцевий вологовміст на виході з апарату:

$$u_k = \iint_{UT} u p_{wt}(L, u, t) dt du;$$

Ефективність використання представленої математичної моделі [3] для опису процесу термообробки в інертному псевдозрідженому шарі була підтверджена результатами експериментальних досліджень, які були проведені в Інституті газу НАН України.

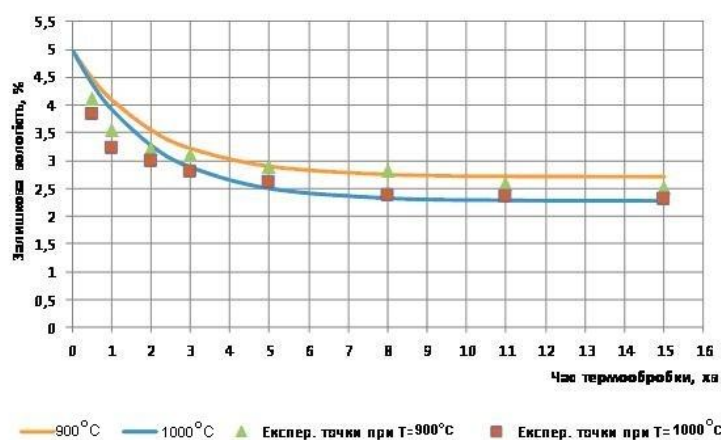


Рисунок 1 – Порівняння розрахункових та експериментальних кривих сушки перліту для різних температур з експериментальними даними

Перелік посилань:

1. Фролов, В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов/ В.Ф. Фролов. – Л. : Химия, 1987. – 208 с.
2. Моделирование и расчёт процесса сушки термолабильных материалов в виброаэрокипящем слое: монография/ А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев, В.С. Орехов. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 80 с. – 50 экз. – ISBN 978-5-8265-0973-9.
3. Хвастухин, Ю.И. Кинетика дегидратации перлита в псевдооживленном слое/ Хвастухин Ю.И. Костогрыз К.П., Роман С.Н., Алексеева Л.В.// Строительные материалы и изделия №3-4, 2007.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗДІЛЕННЯ ПРОДУКТІВ В НАДЦЕНТРИФУЗИ

магістрант Сидоренко О.П., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В різних галузях промисловості для розділення неоднорідних систем застосовується метод центрифугування. Він заснований на впливі відцентрового силового поля на неоднорідну систему, що складається з двох або більше фаз – суспензії, емульсії, аерозолі [1].

Лабораторна надцентрифуга, на якій проводилися дослідження, має суцільний вертикальний циліндричний ротор з внутрішнім діаметром 45мм та швидкість обертання ротора до 30000 об/хв.. Досліди з розділення соків проводилися на швидкості 2000 об/хв., а фузу до 14000 об/хв..

В якості об'єкта дослідження використовувались фуз соняшникової олії в якому міститься тверда фаза рослинного походження, мінеральні частинки, наявні желеподібні включення, яблучний і томатний соки .

Досліджувався дисперсійний склад твердої фази в перелічених продуктах до розділення та після розділення в надцентрифузі. Фотографії зразків наведено на рисунках 1, 2, 3, 4.

Сік неосвітлений до розділення:



Рис. 1– Крапля томатного соку під мікроскопом (збільшення x36)

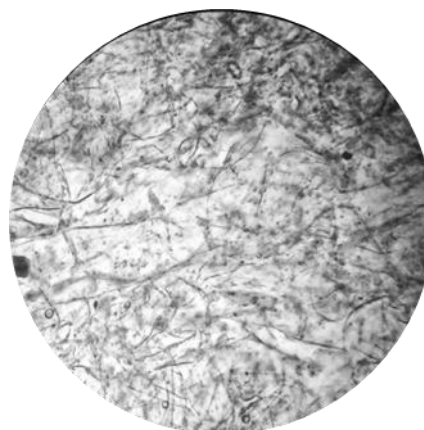


Рис. 2– Крапля яблучного соку під мікроскопом (збільшення x135)

Результати освітлення:

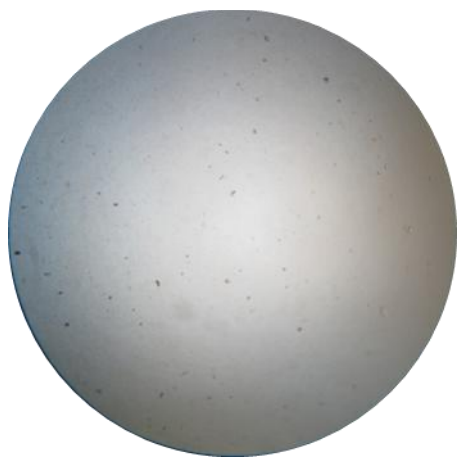


Рис. 3– Крапля томатного соку під мікроскопом (збільшення x36)

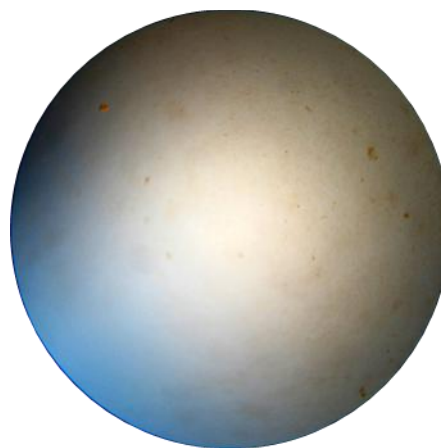


Рис. 4– Крапля яблучного соку під мікроскопом (збільшення x36)

Дисперсний склад частинок було представлено у вигляді диференціальних кривих розподілення [2].

Як видно з представлених фотографій в результаті освітлення із соку видалається практично вся тверда фаза. Коефіцієнт освітлення знаходиться в межах 95-97%.

Метою подальшої роботи є уточнення та узагальнення отриманих результатів.

Перелік посилань:

1. Лукьяненко В. М.,Таранец А. В. Промышленные центрифуги, М.: Химия, 1974. — 376 с.

2. «Аналіз структури соку яблучного при різних способах отримання» магістрант Сидоренко О. П., к. т. н., доц.Зубрій О.Г., к.т.н., доц.Семінський О. О. –«Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій Міністерство освіти і науки України. – Одесса: 2014. – Вип. 45. – Том 3. с. 57-61»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ПРОЦЕСУ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

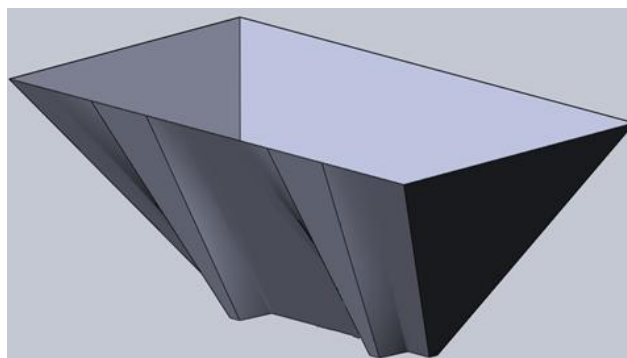
магістрант Д.Ю.Шмельова, к.т.н., доц. І.А.Андреев,

Національний технічний університет України

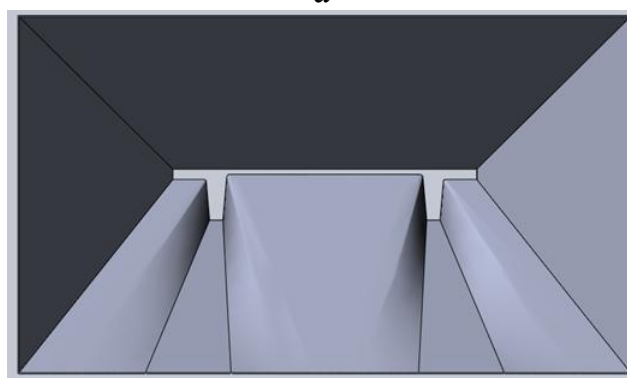
"Київський політехнічний інститут"

Метою експериментальних досліджень є визначення характеру плинину фібробетонної суміші при віброекструзії плит покриття, порівняння отриманих практичних значень з теоретичними і визначення похибки вимірювань.

Для підтвердження теорії плинину фібробетонної суміші у запропонованому віброекструдері [1] був змодельований процес за допомогою експериментальної установки, яка подана на рисунку.



а



б

Рисунок – Експериментальної установка: загальний вид (а) і вид зверху (б)

Основними положеннями фізичної моделі процесу віброекструзії є такі:

1) використовується феноменологічний підхід, який приймає фібробетонну

суміш, як однорідне ізотропне середовище; 2) фібробетон, що знаходиться під впливом вібрації, поводить себе подібно рідині, через те найбільш придатними для розрахунку процесів і реологічних характеристик є гідродинамічні теорії; 3) вібруючі фібробетонні суміші при параметрах вібрації, які створюються стандартними вібраторами, являють собою псевдоньютонівські системи; 4) віброекструзійний ламінарний зсувний плин здійснюється під дією гідростатичного тиску маси в результаті тиксотропного зменшення в'язкості композиції.

Виходячи з вище сказаного, для достовірності дослідних значень експериментальна рідина має бути ньютонівською. Процес був змодельований на воді.

На установці проводяться два види експериментів: 1) замір витрати води на одиницю площі торцевої та центральної зон роздавального вікна; 2) вимірювання швидкості плину в будь-якій точці каналу установки.

Експерименти виконувались після встановлення визначеного рівня рідини. Для заміру швидкості до центральної та в торцеву частини каналу подавалися краплини гелю. Завдяки цьому виконувались заміри шляху і часу проходження краплин в каналі.

Після закінчення експериментальних досліджень отримані результати планується порівняти з теоретичними розрахунками [2], які були отримані раніше в результаті вирішення рівняння Нав'є-Стокса методом скінчених різниць.

Перелік посилань:

1. Пат. 93518 Україна, МПК (2014.01) B28B 13/00. Віброекструдер для формування фібробетонних плит покриття / Андреев І.А., Воронін Л.Г., Шмельова Д.Ю.; заявник і патентовласник вони ж. – № u 2014 02784; заявл. 19.03.2014; опубл. 10.10.2014, бюл. № 19.

2. Воронін Л.Г. Віброекструзія фібробетонних плит покриття / Л.Г.Воронін, І.А.Андреев, Д.Ю.Шмельова // Наукові праці ОНАХТ, Випуск 45, том 3, 2014, серія Технічні науки – Одеса: 2014.– С.161-164.

ВПЛИВ КАВІТАЦІЇ НА КИСЛІ ВОДНІ РОЗЧИНИ

магістрант Яроцький С.М., старший викладач, к.т.н. Целень Б.Я.

Інститут технічної теплофізики НАН України,

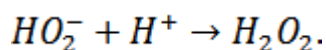
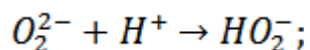
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Вода є найголовнішим ресурсом на планеті. Її використовують всюди, починаючи від побутових потреб та закінчуючи промисловістю. Тому цілком очевидно, що недостатній запас прісної води може призвести до незворотних наслідків. Відомі на сьогодні способи очищення стічних вод або застаріли, або мають ряд недоліків. Це спонукає до пошуку альтернативних, екологічно чистих методів з низькими енерговитратами, які позбавлені зазначених вище недоліків [1].

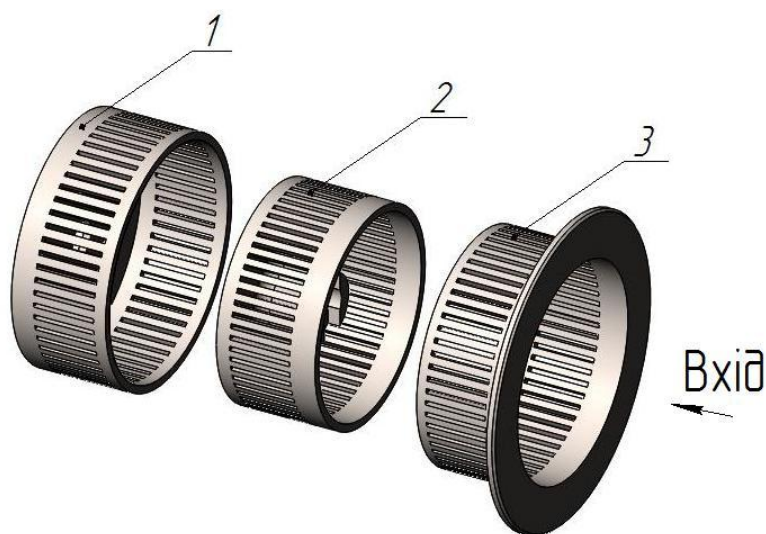
В Інституті технічної теплофізики НАН України проведено низку експериментальних досліджень впливу кавітації на зміну pH кислих водних розчинів. Досліди проводились на розчинах органічних та неорганічних кислот. Для приготування розчину використовували дистильовану і водопровідну воду. Введення кислоти у воду проводили за півгодини до початку обробки розчину. Тривалість обробки становила 8 хв в режимі рециркуляції 16,5 л розчину при продуктивності 2 т/год. Проби розчину відбирались в скляні колби перед його обробкою, після 2, 4, і 8 хв обробки і зберігались відкритими. Вимірювання значень pH і температури проб здійснювали портативним pH -метром *Hanna Instruments HI8424*. Аналіз вмісту гідрокарбонатів у розчині проводили в лабораторії абсорбції та іонного обміну науково-виробничого об'єднання «Екософт». Концентрація пероксиду водню визначалась методом титрування розчином перманганату калію за стандартною методикою.

Зростання вмісту пероксиду водню в дистильованій воді можна описати наступними рівняннями [2]:



З наведених вище рівнянь видно, що на утворення пероксиду водню потрібно два іони водню. Утворений пероксид водню у водопровідній воді буде реагувати з домішками, які містяться в ній і вже не буде розкладатись на іони водню, не спричиняючи таким чином до зниження pH розчину.

Кавітаційні процеси реалізовувались за допомогою роторно-імпульсного апарата типу ротор-статор-ротор (рис. 1) шляхом проходження рідини по замкнутому контуру, абсолютний тиск в якому підтримувався вакуумним насосом на рівні приблизно 0,1 ат.



1 — ротор зовнішній; 2 — ротор внутрішній; 3 — статор

Рис. 1– Робоча частина роторно-імпульсного апарата

Нейтралізація кислих стічних вод за допомогою кавітаційних процесів – це новий, перспективний метод, який потребує поглибленого вивчення механізмів кавітаційного впливу на оброблюване середовище під час перебігу процесу нейтралізації з метою вибору оптимальних технологічних і конструктивних параметрів і може знайти широке промислове використання.

Перелік посилань:

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : Підруч. для студ. хім.-технол. і екол. спец. вищ. закл. освіти / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик, П. І. Гвоздяк, Т. В. Князькова. - К. : Лібра, 2000. - 552 с.

2. Рождественский В.В. Кавитация. – Л.: Судостроение, 1977. – 248 с.

**Вдосконалення методики перевірки ефективності регенерації забруднених
рулонованих мембранних модулів**

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

магістрант Григоренко О.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Методика оцінки ефективності регенерації рулонованих мембранних модулів полягає у визначенні початкової продуктивності забруднених мембран при розділенні пермеату з приведеною концентрацією $C_{\text{п}} = 20 \pm 5$ мг/л.

В подальшому проводилась обробка зниженні тиску до $P = 0,15$ МПа, що призводить до кипіння води при $t = 34^{\circ}\text{C}$.

Технічна ідея процесу регенерації полягає у насиченні кеку промивною рідиною, подальшому зниженні тиску за певної температури до тиску насичення, що призводить до початку локального закипання промивної рідини (рисунк 2). Внаслідок утворення та схлопування бульбашок пари виникають перепади тиску, що призводить до руйнування пограничного дифузійного шару на поверхні осаду. Внаслідок цього буде забезпечуватись доступ розчинника до кристалів осадів, тобто буде відбуватись оновлення поверхні контакту фаз. Таке явище дозволяє інтенсифікувати процес розчинення осаду.

Після проведення дослідів з відновлення кожна мембрана була перевірена на стенді для аналізу продуктивності мембранних модулів.

З залежності на рисунку 1 видно, що найкращі результати з відновлення мембранних модулів були отримані при використанні 200 мл промивної речовини при регенерації з пульсаціями.

При аналізі отриманих даних було виявлено, що визначений степінь регенерації мембранних модулів залежить складу розчину, який використовувався для визначення відмінності продуктивностей до і після

регенерації обумовлювалася не лише зменшенням опору шару забруднень, а і відмінністю значень осмотичних тисків розчинів, які використовувались в дослідах з визначення продуктивності від концентрації розчинених солей в промивній рідині.

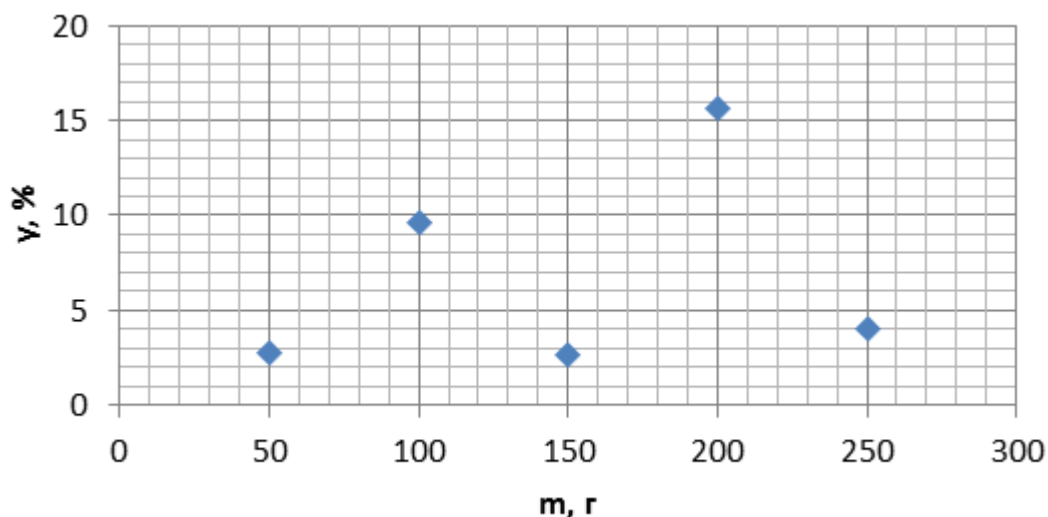


Рисунок 1 – Залежність поточного коефіцієнта зростання продуктивності від кількості промивної рідини

Для виключення похибки необхідно проводити експеримент з розчинами, які мають близькі значення осмотичних тисків.

Найбільш наглядним буде визначення продуктивності для знесолоної води з загальним солеевмістом 5-7 мг/л. В такому випадку значення осмотичних тисків близькі до 0 і по суті визначається проникність мембрани по чистому розчиннику. Крім того це усуває вплив концентраційної поляризації, а опір перенесенню чинить лише мембрана і шар забруднень.

Післяпроведення циклу можливо визначити випадки, коли мембрани можна відновити до 90% початкової продуктивності або процес має незворотний характер.

Перелік посилань:

1. «Введение в мембранную технологию» М.Мулдер, – Пер. с англ. М: «Мир», 1999. – 513 с.

**СЕКЦІЯ 3
«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І
ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ
РОБНИЦТВ»**

НОВА КОНСТРУЦІЯ ФОРМУЮЧОЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА

магістрант Назарчук В. В., ст. викл. Двойнос Я. Г.,

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

У зв'язку з поширеним використанням профільних виробів із спіненого полістиролу виникла потреба у модернізації існуючих конструкцій формуючих головок з метою забезпечення мінімально необхідного тиску в головці при екструзії виробів з товщиною стінки більше 13мм. Збільшення товщини виробу досягається збільшенням зазору на виході з формуючого інструменту, що викликає зниження тиску в середині інструменту та передчасне спінення.

Метою дослідження було провести аналіз попередніх конструкцій формуючих інструментів, визначити їх недоліки та переваги, запропонувати нову конструкцію головки. Основним аналогом було обрано формуючу головку екструдера корисна модель патенту України №4224В29С47/00.

В більшості конструкцій підвищення тиску в головці досягається введенням додаткових конструктивних елементів, які гальмують потік.

В результаті дослідження запропоновано використати проміжний дорн, який встановлено між матрицею та дорном, та розділяє потік розплаву на два потоки, перший з яких є зовнішнім та рухається між матрицею та проміжним дорном, а другий є внутрішнім, та рухається між проміжним дорном та дорном, потоки змикаються безпосередньо на виході з головки. Така конструкція, яку зображено на рисунку 1, дозволяє збільшити тиск у головці при збереженні розмірів щілини на виході з головки.

З [2] – витрати розплаву у кільцевому каналі:

$$Q = K_{\Gamma} \cdot P_{\Gamma} / \eta, \text{ м}^3/\text{с}, \quad P_{\bar{A}} = Q \cdot \eta / K_{\bar{A}}, \quad K_{\Gamma} = \pi \cdot (R_{\text{зовн}} + R_{\text{вн}}) \cdot (R_{\text{зовн}} - R_{\text{вн}})^3 / (12L)$$

Коефіцієнт опору: $K_{\Gamma} = \pi \cdot (R_{\text{зовн}} + R_{\text{вн}}) \cdot (R_{\text{зовн}} - R_{\text{вн}})^3 / (12L)$

де: $R_{\text{зовн}}$ - зовнішній радіус, м; $R_{\text{вн}}$ - внутрішній радіус, м; L- довжина каналу,

М

Потік рівномірно розподіляється на два потоки зовнішній та внутрішній:

$$Q_{\text{зовн.канал}} = Q_{\text{внутр.канал}} = \frac{1}{2} Q$$

Зазори у нови каналах зменшено в два рази:

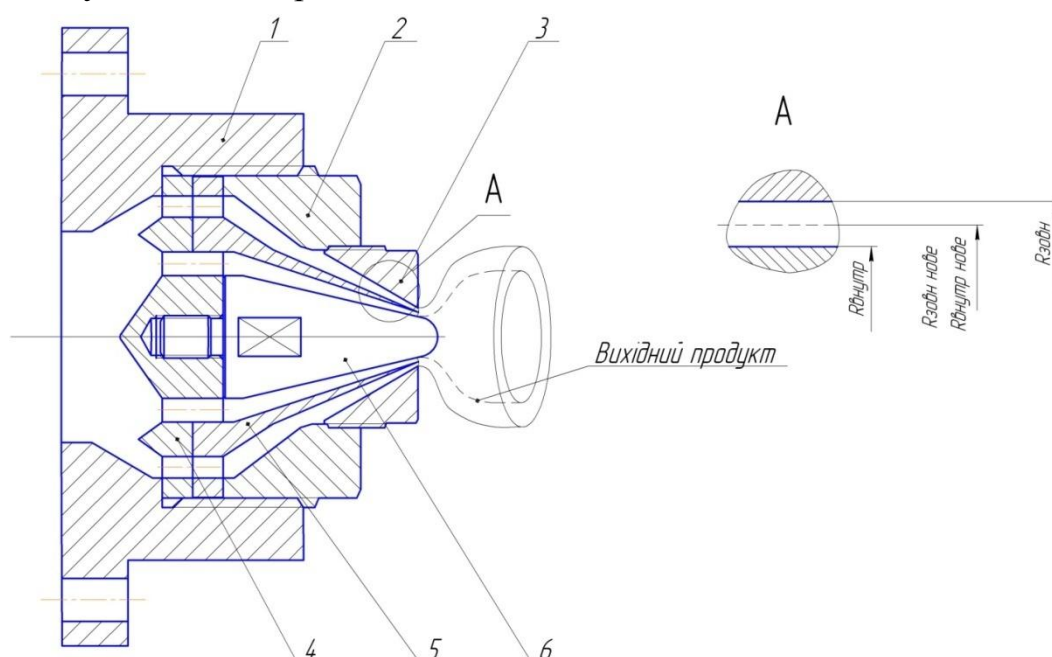
$$(R_{\text{зовн.нове}} - R_{\text{внутр.нове}}) = \frac{1}{2}(R_{\text{зовн}} - R_{\text{внутр}})$$

$$R_{\text{зовн}} \approx R_{\text{зовн.нове}} \quad R_{\text{внутр}} \approx R_{\text{внутр.нове}}$$

$$P_{\text{Гнове}} = \frac{Q/2 \cdot \eta}{K_{\text{Г}} \cdot 1/8} = 4P_{\text{Г}}$$

де: $K_{\text{Г}}$ -коефіцієнт опору; $P_{\text{Г}}$ - гідростатичний тиск, Па; η - динамічна в'язкість, Па·с

З формул випливає, що при розділенні потоку на дві частини дозволяє збільшити тиск у головці в 4 рази.



1-корпус; 2-проміжна матриця; 3-матриця; 4-решітка ; 5-проміжний дорн, 6-дорн.

Рисунок 1- Формуюча головка

Висновок: за результатами досліджень було оформлено заявку на корисну модель на патент України.

Джерела інформації:

1. Корисна модель №4224 В29С47/70 дата публікації 17.01.2005.
2. Заявка на корисну модель №201501324 дата подання 17.02.2015.
3. Тадмор, 3. Теоретические основы переработки полимеров: [пер. с англ.] /3. Тадмор; Под ред. Р.В. Торнера. - М.: Химия, 1984. - 632 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕЧІЇ ГАЗОНАПОВНЕНОГО РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ У КАНАЛІ ФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТА

магістрант Назарчук В. В., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Процес переробки газонаповнених полімерів пов'язаний з необхідністю розробки нових конструкцій формуючого інструменту [1] з метою запобігання передчасного спінення у каналах формуючого інструменту.

Метою даної роботи є: створення нової методики розрахунку гідравлічного тиску в каналах формуючого інструменту.

Рівняння рівноваги елементарного об'єму розплаву (рисунок 1) у перетині каналу формуючого інструменту з **припущенням №1**: сталий рух (сили інерції значно менші за сили в'язкого тертя).

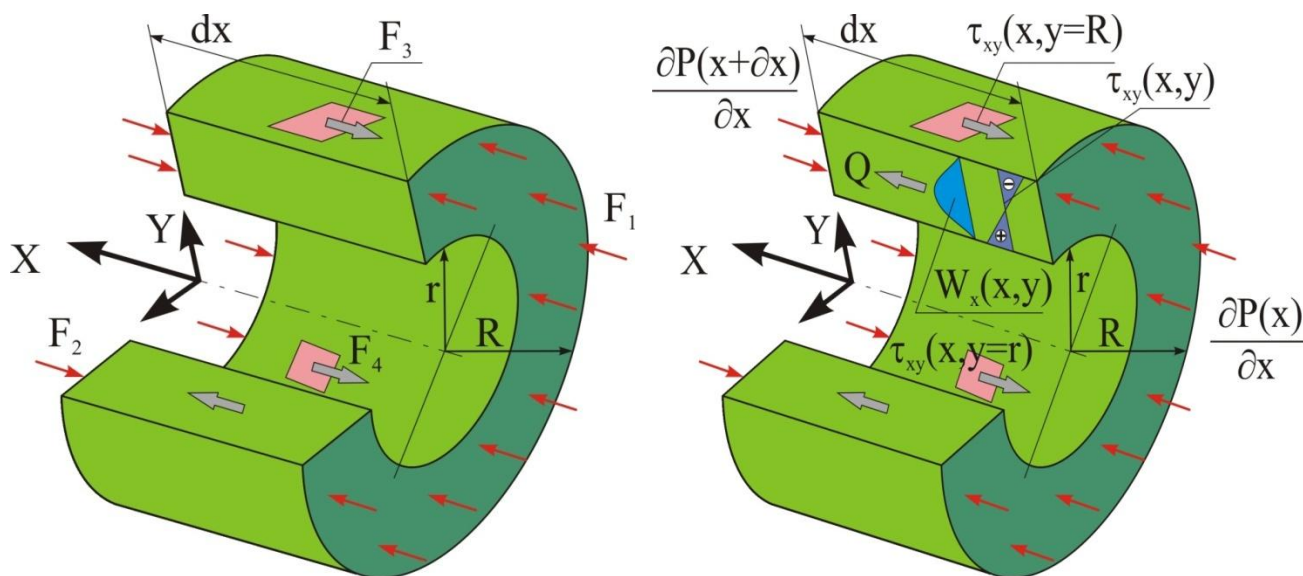


Рисунок 1 – Умови рівноваги елементарного об'єму розплаву

r - внутрішній радіус, м; R - зовнішній радіус, м;

F - сили, що діють на кінцевий елемент розплаву у каналі,

F_1, F_2 - сили, що викликані дією гідростатичного тиску на елементарний об'єм,

Н

F_3, F_4 - сили, що викликані дотичними напруженнями на зовнішній та

внутрішній поверхнях контакту елементарного об'єму з стінками каналу, Н

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 0$$

Припущення 2: дотичні напруження на внутрішній та зовнішній стінках кільцевого каналу рівні за модулем, але мають протилежні знаки:

$$\left| \tau_{\dot{\omega}}(x, y = r) \right| = \left| \tau_{\dot{\omega}}(x, y = R) \right| \quad \tau_{\dot{\omega}}(x, y = r) = -\tau_{\dot{\omega}}(x, y = R)$$

$$\frac{dP}{dx} = \frac{2\tau_{\dot{\omega}}(x, y = r) \times [r + R]}{(R^2 - r^2)dx} \quad \tau_{\dot{\omega}}(x, y = r) = \frac{dP}{dx} dx \frac{(R^2 - r^2)}{2[r + R]}$$

Припущення 3: реологічні властивості розплаву полімеру визначаються як для Ньютонівської рідини, при цьому

$$\mu_{\dot{\omega}} = \frac{\tau_{xy}}{\gamma_{xy}} = f(T, \gamma)$$

Отримано систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{\dot{\omega}}(x, y) = \frac{dP}{dx} dx \frac{(R^2 - r^2)}{2[r + R]} \cdot \left[1 - \frac{2}{R - r} \cdot (y - r) \right] \\ \mu_{\dot{\omega}} = \tau_{x,y} / \left(\frac{\tau_{x,y}}{K_0 e^{\beta \cdot \frac{T - T_0}{T_0 + 273}}} \right)^{\frac{1}{n}} \\ Q = \int_{y=r}^{y=R} 2\pi y dy \int_r^y \frac{\tau_{\dot{\omega}}(x, y)}{\mu_{\dot{\omega}}} dy \end{array} \right.$$

Висновок: система рівнянь разом з граничними умовами є математичною моделлю процесу течії розплаву в каналах формуючого інструмента, яка вирішується чисельними методами. Результатом вирішення є гідравлічний тиск у головці.

Джерела інформації:

1. Заявка на корисну модель №201501324 дата подання 17.02.2015.
2. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Радченко Л.Б. – К. : ІЗМН, 1999. – 220 с.

НОВІ КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ БЛОЧНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

магістрант Хотинецький М.І., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Розподіл потоку теплоносіїв у каналах теплообмінної апаратури є актуальним, тому, що це дозволяє вирівняти швидкість потоків теплоносіїв у каналах, інтенсифікувати процес теплообміну та зменшити гідравлічний опір у теплообміннику. Значна кількість патентів [1] на конструктивні рішення теплообмінників відноситься до колекторів та пристроїв, що запобігають утворенню «мертвих» зон.

Метою роботи було сконструювати [2] та перевірити ефективність блочного теплообмінника зі зменшеним гідравлічним опором при сталій питомій поверхні теплообміну та витрати теплоносіїв. Нове конструктивне рішення передбачає фаски на периферійних (найбільш віддалених отворах від осі патрубку кришки) каналах блока, рис.1,2

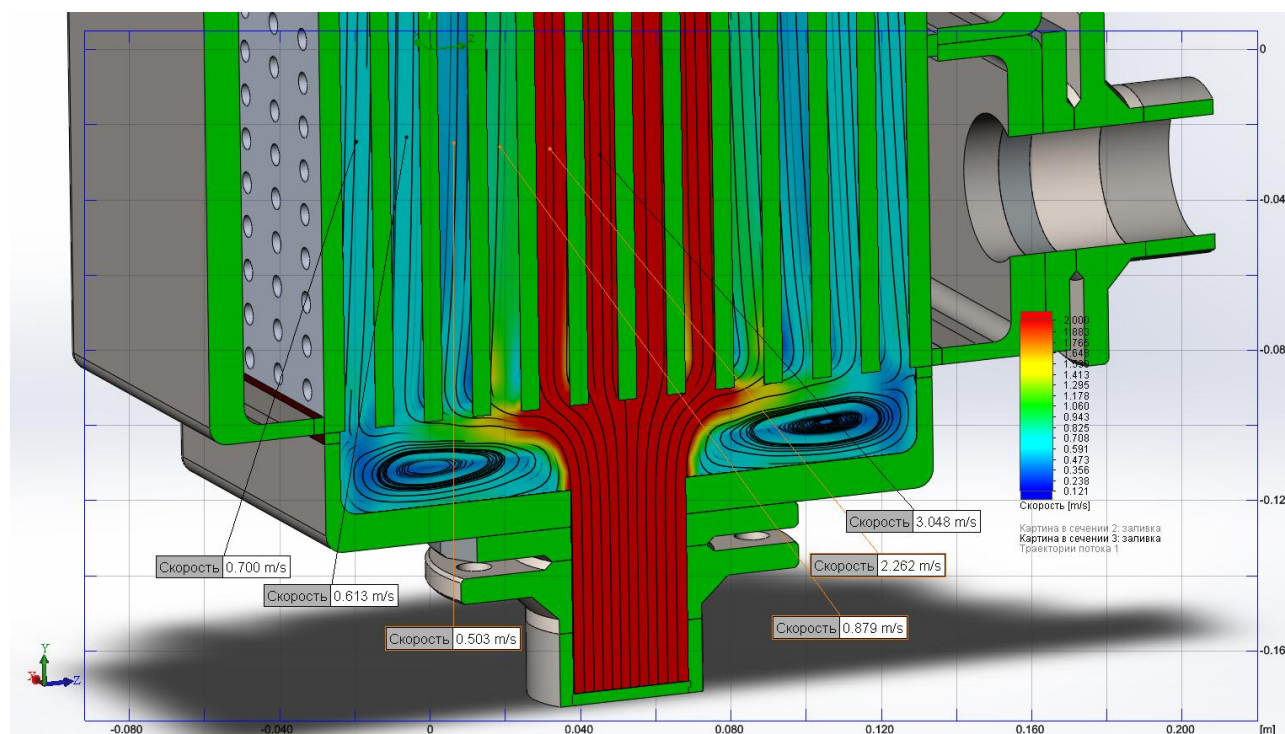


Рисунок 1 – Результати віртуального експерименту базової конструкції блочного теплообмінника

З метою перевірки ефективності нового конструктивного рішення зроблено віртуальні дослідження у програмі SolidWorks.

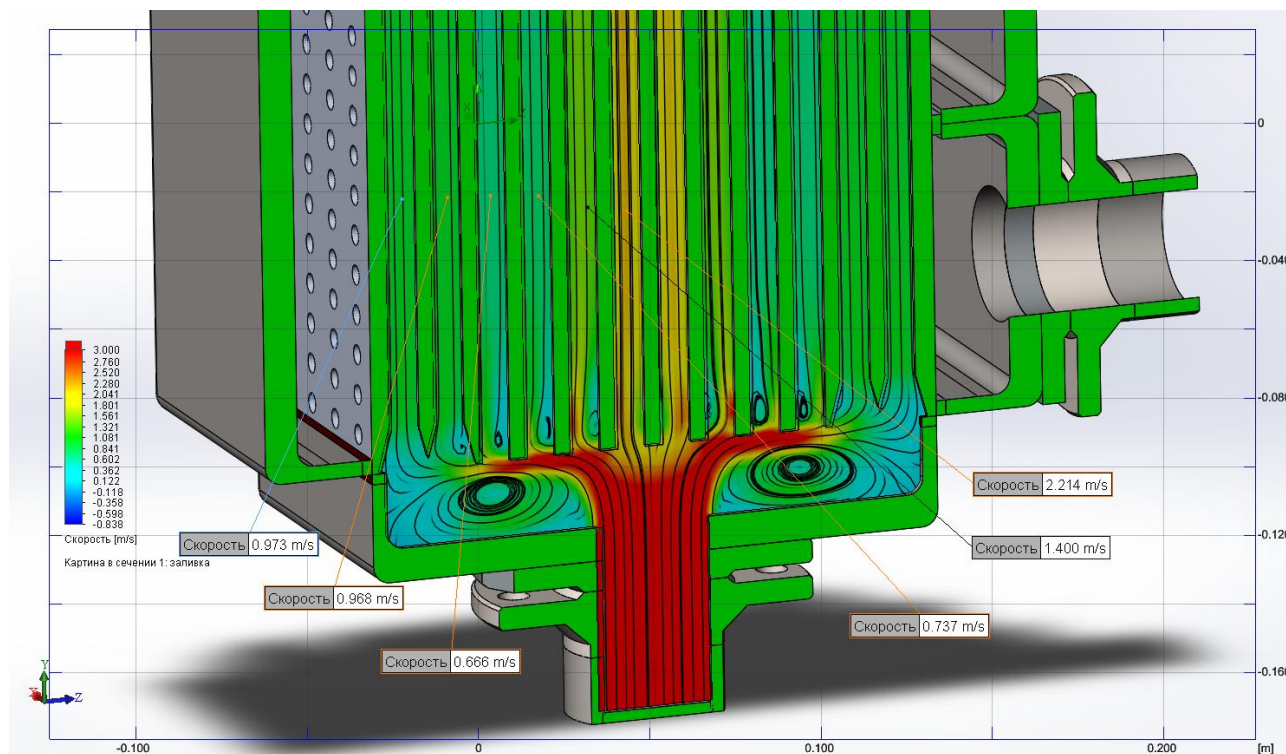


Рисунок 2 – Результати віртуального експерименту модернізованої (фаски на периферійних каналах) конструкції блочного теплообмінника

Висновок: модернізація є доцільною – гідравлічний опір знизився на 10%, теплова потужність збільшилася на 5%, найбільший ефект модернізації досягається при турбулентному русі теплоносіїв у каналах блока, що пояснюється зменшенням місцевих (вхідних/вихідних) гідродинамічних опорів у периферійних каналах. За результатами роботи визначено оптимальні розміри фаски – $\frac{1}{2}$ діаметра отвору під кутом 30° та подано заявку на патент України на корисну модель.

Перелік літератури:

1. Теплообмінник. Радченко М. І., Скородумов О. П. / Патент UA №49372, МПК F28B1/00, опубл. 16.09.2002 бюл. №9, 2002.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. М.: Химия, 1991. - 496 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ У БЛОЧНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ

магістрант Хотинецький М.І., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Базуючись на принципі суперпозиції теплового потоку та закону теплопровідності Фур'є, (рис 1).

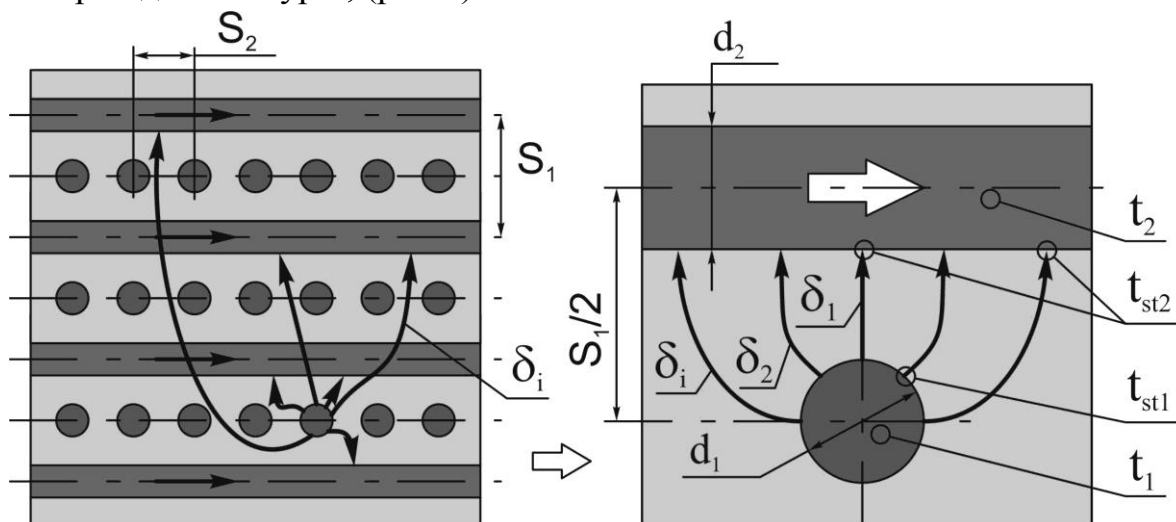


Рисунок 1 – Передача тепла у матеріалі блока за рахунок теплопровідності

$$Q = \sum \left(\Delta t \cdot F_i \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1i}} + \frac{1}{\sum \left(\frac{\delta_i}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{2i}} \right)}} \right) = |\alpha_{2i} = \text{const}| = \Delta t \cdot F_{i1} \cdot \sum \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1i}} + \frac{1}{\left(\frac{\bar{\delta}}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{2i}} \right)}} \quad (1)$$

Q – загальна теплова потужність від гарячого теплоносія до холодного, Вт; Δt – різниця температур між теплоносіями, °С; α_{1i}, α_{2i} – коефіцієнти тепловіддачі від гарячого теплоносія до стінки і від стінки до холодного теплоносія в i -му каналі, Вт/(м²К); F_i – площа поверхні i -го каналу, м²; δ_i – товщина стінки, м; λ – коефіцієнт теплопровідності стінки, Вт/(м³К); n – кількість отворів у блочному теплообміннику, шт.

Приклад: для теплообмінника, дослідженого [1] за умови інтенсивного

гідродинамічного руху $\frac{\bar{\delta}}{\lambda} \gg \frac{1}{\alpha_{2i}}$, та $\frac{1}{\alpha_{1i}} \ll \frac{\left(\frac{\bar{\delta}}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{2i}}\right)}{n_2}$ процес теплообміну

визначається теплопровідністю матеріалу блоку (рис. 2):

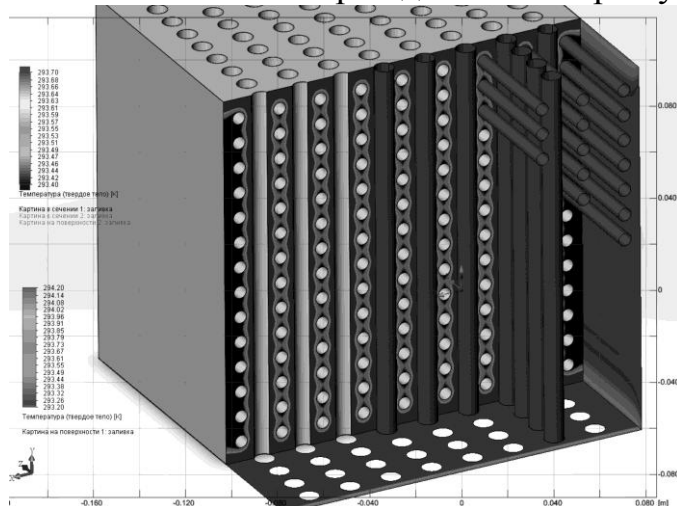


Рисунок 2 – Температурні поля у блоці теплообмінника з розвинутим гідродинамічним рухом теплоносіїв

$$Q = \Delta \cdot t \cdot F_{1i} \cdot \sum \left(\frac{\lambda}{\delta_i} \right) =$$

$$= \Delta t \cdot 96 \cdot (3,14 \cdot 0,009 \cdot 0,175) \left(\frac{\lambda}{\bar{\delta}} \right) =$$

$$= \Delta t \cdot 0,474 \cdot \left(\frac{92,5}{\bar{\delta}} \right) = 8056 \cdot \Delta t$$

За умови неінтенсивного гідродинамічного руху: $\frac{\bar{\delta}}{\lambda} \ll \frac{1}{\alpha_{2i}}$,

$$\frac{1}{\alpha_{1i}} \gg \frac{\left(\frac{\bar{\delta}}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{2i}}\right)}{n_1}$$

процес теплообміну визначається процесом передачі тепла від рідини до

поверхні стінки каналу блоку $Q = \Delta t \cdot n_1 \cdot F_i \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} \right) = 0,474768 \Delta t \left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} \right)$.

Висновок: повне рішення запропонованої моделі (1) вимагає визначення гідродинамічних режимів руху у кожному отворі (α_{1i}), знайдені граничні рішення (неінтенсивний та інтенсивний рух теплоносія) цього не вимагають, їх перевірено експериментально, що підтверджує адекватність моделі.

Перелік літератури:

1. Виноградова Т.В., Сидоренко С.В.. Експериментальне дослідження оптимальних режимів роботи нормалізованого блочного графітового теплообмінника//Зб. тез доповідей уч. X Міжнар.наук.-практ.конф., «Екологія. Людина. Суспільство»\Уклад. Бенатов Д.Е.. К.: НТУУ «КПІ», 2007.

УДК 620.952

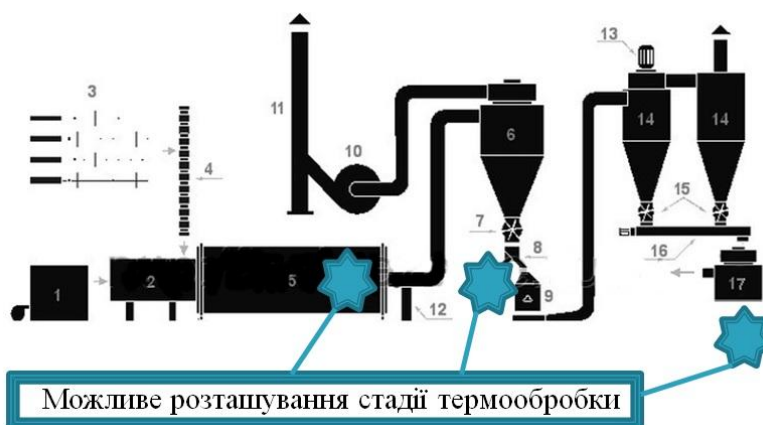
ОБГРУНТУВАННЯ МІСЦЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕРМООБРОБКИ НА ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО ВИСОКОКАЛОРИЙНОГО БІОПАЛИВА

Безгін М.М., к.т.н. Корінчук Д.М.,
ІТТФ НАН України

Останніми роками попит на альтернативні джерела енергії постійно зростає. Впровадження "еко" технологій, а також активна популяризація органічних енергоресурсів, зокрема гранул та брикетів свідчить про бажання споживачів не тільки заощаджувати на енергоносіях, але й дбати про довкілля. Україна має потужну сировинну базу для виробництва твердих видів палив і вже досить довго переймає досвід інших країн, проводить свої дослідження та впроваджує власні технології.

За останні роки особливої популярності набула термічна обробка (ТО) біопалива, як ще один спосіб значного підвищення як технічних так і якісних характеристик біопалива [2]. Висока теплота згорання палива після ТО на 15-20% перевищує показники теплот згорання гранульованого палива, що в свою чергу дозволяє ще більше зменшити складські та транспортні витрати.

Теоретично можливі два шляхи (рис. 1) виробництва термічно оброблених гранул і брикетів.



1 - газовий пальник; 2 – змішувач; 3 - склад сировини; 4 – транспортер; 5 - барабанна сушарка; 6 - великий циклон; 7 - шлюзовий затвор; 8 – розподільувач; 9 - молоткова дробарка; 10 – димосос; 11 - труба димососа; 12 – відбиральник; 13 – вентилятор; 14 – циклони; 15 - дозатори (шлюзові затвори); 16 – шнекова подача; 17 – гранулятор

Рисунок 1 – Теоретично можливі місця розташування стадії термообробки на лінії виробництва біопалива

Перший: сировина піддається ТО під час сушіння чи після нього з подальшим грануло утворенням або брикетуванням. Другий шлях передбачає ТО вже готових пресованих виробів.

Подрібнена сировина має розвинуту поверхню та менші розміри, що дозволяє швидко в повній мірі та у всьому об'ємі провести обробку. На противагу цьому гранули чи брикети мають однакові розміри та високу теплопровідність, термообробка пресованого виробу є простішою в реалізації. Натомість в термічно обробленій сировині зростає пористість, що відповідно зменшує показники щільності та міцності.

Крім того термообробка пресованого виробу може призвести до його руйнування через значне газовиділення під час процесу (близько 50-70% геміоцелюлоз [3] при температурах термообробки розкладаються з утворенням летких і газоподібних продуктів). Для уникнення цих ефектів раціонально проводити термічну обробку після або сумісно зі стадією сушіння.

Споживання звичайних гранул в нашій країні розвивається вже досить бурхливо та й залучення технологій ТО має колосальні перспективи. На сьогоднішній день виготовлення і білих і чорних гранул в значній мірі зав'язано на європейських споживачів, а ТО паливо поки викликає в українських інвесторів інтерес переважно у зв'язку з можливістю організації його виробництва на експорт. Однак можна припустити, що в міру поширення звичайних пелет і брикетів на внутрішньому ринку, буде розвивати і інтерес до ТО біопалива.

Перелік посилань:

1. Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина (химия, ультраструктура, реакции)// М., Лесная промышленность, 1988. - 512 с.
2. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы // Московский государственный университет леса – 2006. – С. 65.
3. Никитин В. М., Оболенская А. В., Щеголев В, П. Химия древесины и целлюлозы. —М., Лесная промышленность, 1978,— 176 с.

УДК 532.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ НА РІДКІ БАГАТОКОМПОНЕНТНІ МАТЕРІАЛИ

д.т.н. Долінський А.А., д.т.н. Авдєєва Л.Ю.,
ст. наук. сп. Жукотський Е.К., аспірант Макаренко А.А.
Інститут технічної теплофізики НАН України

Явища кавітації використовуються у різних галузях промисловості для інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів при обробленні рідких багатокомпонентних матеріалів і створенні сучасних енергозберігаючих технологій. На сьогодні кавітаційні технології є актуальними для енергетики, машинобудування, хімічної, нафтохімічної і харчової промисловостей, будівництва, сільського господарства та ін.

Для дослідження впливу гідродинамічної кавітації на гетерогенні системи був розроблений і змонтований експериментальний стенд потужністю 4,4 кВт.. Робота стенду здійснюється в такий спосіб: за допомогою гідравлічного насоса здійснюється циркуляція водної дисперсії під високим тиском (до 6 атм); витрати і швидкість потоку вимірюється за допомогою електронного ультразвукового витратоміра; тиск до кавітатора і після нього вимірюється за допомогою манометрів; температура водної дисперсії вимірюється датчиком температури. Даний стенд дозволяє змінювати такі параметри, як робочий тиск рідини і діаметр отвору кавітатора і, таким чином, змінювати витрати і швидкість рідини.

На даному експериментальному стенді були проведені дослідження впливу кавітаційних ефектів на дисперсність системи фосфоліпідів з концентрацією 0,5%. Проведені дослідження показали важливе значення на ефективність диспергування обраного матеріалу таких чинників, як тиск, тривалість і температура обробки. Дослідження дозволили встановити, що при збільшенні тривалості обробки середній умовний діаметр частинок зменшується в приблизно 2 рази від 1000 нм до 450 нм. Найбільша ефективність диспергування спостерігається після 5 циклів обробки. Подальше збільшення циклів обробки не призводить до суттєвих змін дисперсності утвореної системи. Також можна зробити висновок, що з

підвищенням початкової температури суспензії інтенсивність диспергування підвищується. Найбільш ефективна обробка відбувається при початковій температурі матеріалу, що дорівнює $40\pm 2^\circ\text{C}$. Це можна пояснити протіканням фазового переходу дисперсної системи з фосфоліпідами зі стану гелю у рідкокристалічний стан при даній температурі.

Кавітаційний вплив характеризується підвищенням температури в ході обробки матеріалу. Вплив кавітаційних ефектів на матеріал з використанням низьких початкових температур розчину $20\pm 2^\circ\text{C}$ і $30\pm 2^\circ\text{C}$ призводить до їх підвищення на $5-7^\circ\text{C}$. Початкове підвищення температури матеріалу $40\pm 2^\circ\text{C}$ призводить до зниження інтенсивності нагрівання розчину. За нашими дослідними даними було встановлено, що температура підвищується на $3-5^\circ\text{C}$ при досить тривалій обробці (до 11 циклів).

Висновок: кавітаційні технології є актуальними і використовуються у різних галузях промисловості для інтенсифікації масообмінних і гідромеханічних процесів при обробленні рідких гетерогенних систем і створенні сучасних енергозберігаючих технологій. Ефективне використання кавітаційних явищ вимагає проведення комплексних аналітичних експериментальних досліджень.

Список використаної літератури:

1. Долинский А.А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах/ А.А.Долинский, Г.К. Иваницкий.– К.: Наукова думка,2008. – 382 с.
2. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах/ Т.М.Вітенько.-Тернопіль: ТДТУ ім.І.Пулюя, 2009. 220 с
3. Долінский А.А. Вплив гідродинамічної кавітації на обробку складних гетерогенних систем / А.А. Долінский, Л.Ю. Авдєєва, Е.К. Жукотский, А.А. Макаренко // Промышленная теплотехника -2014, т. 36, №5. – С.5-10.

Особливості процесу екстрагування за методом дискретно-імпульсного введення енергії

м. н. с. Гоженко Л. П., д. т. н. Іваницький Г. К., к. т. н. Чайка О. І.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Одним з основних напрямів при підвищенні ефективності обладнання в хімічній, харчовій та інших галузях промисловості є створення апаратів з активним гідродинамічним режимом, що дозволить різко підвищити щільність введеної енергії і таким чином, інтенсифікувати технологічні процеси, зменшити розміри та знизити металоємність обладнання.

В ІТТФ НАН України розроблено та удосконалюються апарати з активним гідродинамічним режимом – це апарати з періодично швидкозмінним об'ємом, які можуть відрізнятися за конструкцією та цільовим призначенням. Однак, разом з тим характеризуються загальною перевагою – високою питомою продуктивністю на одиницю енергозатрат, низькою металоємністю і порівняно простою конструкцією. До них відносяться пульсаційні диспергатори та кавітаційні екстрактори.

Підвищення інтенсивності тепломасообміну в такого роду апаратах обумовлено виникненням в них при різких змінах об'єму (дискретно-імпульсного введення енергії – ДІВЕ), нестационарного гідродинамічного стану, при цьому в системі виникають високочастотні коливання, які відрізняються від коливань, що викликані зміною об'єму рідини, причому ці коливання не поглинаються суцільним середовищем, а дисипують на міжфазній поверхні, зумовлюючи тривале підвищення тепломасообміну. Також одним з факторів, що викликають інтенсифікацію міжфазного перенесення є виникнення великих відносних швидкостей між дисперсною і суцільною фазами. Отже, основною відмінністю просторово-часової структури потоку при ДІВЕ від структури потоку при традиційних методах введення енергії (турбулізації) є утворення поблизу поверхні розділу фаз концентрованих зон дисипації енергії, що перевищують дисипацію енергії при звичайних способах ведення процесу на декілька порядків. Внаслідок цього в

пристінному шарі розвиваються такі потужні фактори, що інтенсифікують перенесення тепла і маси, як ефект гідроудару; утворення вакуумної порожнини з безперервно зростаючим об'ємом, що поступово заповнюється паром; формування та схлопування кавітаційних бульбашок; динамічна дія струменя, що витісняється з великою швидкістю із труби і сприяє інтенсивному турбулентному перемішуванню суміші. Все це приводить до значної інтенсифікації тепломасообміну на 1-3 порядки.

Для кількісної оцінки динамічних параметрів кавітаційного кластеру застосовано представлену в роботі [1] математичну модель динаміки ансамблю парових бульбашок в процесах кипіння та кавітації. Для вивчення умов, що забезпечують ефективний кавітаційний вплив на інтенсивність протікання гідромеханічних і тепломасообмінних процесів обробки рідинних гетерогенних середовищ в апаратах ДІВЕ виконано аналітичне дослідження [2].

Проведені експериментальні і теоретичні дослідження механізму кавітаційних ефектів у пульсаційному диспергаторі дозволяють визначати оптимальні технологічні режимні параметри процесу екстрагування сировини різного виду із заданими характеристиками.

Результати проведених досліджень показали, що спрямоване застосування кавітаційних ефектів значно забезпечує інтенсифікацію процесу екстрагування. Зі збільшенням імпульсу перемішування тривалість цього процесу різко зменшується, а коефіцієнт дифузії зростає.

Перелік посилань:

1. Долинский А. А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии / А. А. Долинский, Г. К. Иваницкий – Киев: Наукова думка, 2008.–381 с.

2. Иваницкий Г.К. Аналитическое исследование условий возникновения кавитации в трубе пульсационного диспергатора ударного типа / Г. К. Иваницкий, Л. П. Гоженко // Пром. теплотехника. – 2014. – Т. 36, № 6. – с. 5-12.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ПРОЦЕС ОДЕРЖАННЯ ВОДОВУГІЛЬНИХ СУСПЕНЗІЙ

Щепкін В.І.¹, Целень Б.Я.^{1,2}, Величко С.О.

¹Інститут технічної теплофізики НАН України

²Національний технічний університет України «КПІ»

Значні природні запаси вугілля, в тому числі некондиційного і відходів вуглезбагачення доцільно більш ширше і ефективніше використовувати в промисловості України, особливо в зв'язку зі зростанням цін на природний газ.

Найбільш прийнятною з технічної і економічної точок зору технологією використання вугілля є приготування на його основі висококонцентрованих водовугільних суспензій (ВВС) [1]. ВВС – це колоїдно-дисперсна система, що складається з часинок вугілля розміром $0\div 300$ мкм з концентрацією $55\div 75\%$ мас. в залежності від марки вугілля, дисперсійної фази (вода, спирти, вуглеводнева рідина) в кількості $24\div 44\%$ і пластифікатора (лігносульфонатно-лужних домішок) в кількості до 1%. Склад і властивості ВВС можна змінювати враховуючи вимоги поставленої задачі і конкретного споживача [2].

Авторами проведені теоретичні і експериментальні дослідження впливу гідродинамічної кавітації на інтенсивність і ступінь подрібнення дисперсної фази в системі тверде тіло-рідина.

Об'єктом дослідження вибрано зразки вугілля марки АШ Донецької обл. з початковими розмірами $1\div 2$ мм. Для визначення ступеня дисперсності твердої фази використовували метод мокрого просіювання (ситовий аналіз), для чого використовували механічний ситовий аналізатор моделі 029М. Інтенсивність подрібнювання оцінювали часом гомогенізації суспензії.

Проведено дослідження перебігу процесу кавітаційної обробки ВВС в залежності від конструктивних і гідродинамічних характеристик кавітаторів, числа кавітації і часу обробки. Кавітаційну обробку здійснювали при багаторазовому проходженні суспензії через кавітатор, під вакуумом 50 кПа.

Дослідження проводились в два етапи. На першому етапі визначено оптимальні конструктивні розміри кавітаторів (діаметр 56 мм, крокове

відношення 0,5; 0,8; 1,0) і їх гідродинамічні характеристики, що забезпечують кавітаційну течію рідини в діапазоні швидкості 6,5÷8,5 м/с. Визначено, що найвищу продуктивність і кавітаційний ефект має кавітатор з кроковим відношенням 0,8. Вибір оптимального режиму кавітаційної течії ґрунтується на забезпеченні високої щільності кавітаційних бульбашок за кавітатором, колапс котрих призводить до концентрації кінетичної енергії кумулятивних мікрострумин і масштабних пульсацій на поверхні твердої фази спричиняючи її механічне подрібнення. На другому етапі дослідження вивчені закономірності кінетики кавітаційної обробки і швидкості подрібнення твердої фази в залежності від числа кавітації і часу обробки до гранулометричного складу 0÷300 мкм. Встановлено, що суспензія з вмістом вугілля до 30% мас. має ньютонівський тип течії [3], тому для проведення досліджень використовували суспензію з відношенням вода/вугілля = 2,33.

Аналіз результатів експерименту показав, що визначальними чинниками, що визначають тривалість процесу обробки є початковий розмір частинок, тривалість кавітаційного впливу і число кавітації. Отримано залежність зміни дисперсного складу ВВС від часу кавітаційної обробки та числа кавітації.

Проведені дослідження можуть бути використані при розробленні і впровадженні екологічно чистих вугільних технологій і апаратів, в тому числі й безперервного виробництва ВСС.

Перелік посилань:

1. Круть О. А. Водовугільне паливо / О. А. Круть. – Київ: Наукова думка, 2002. – 172 с. – (Національний гірничий ун-т.).
2. Баранова М. П. Физико-химические основы получения топливных водоугольных суспензий: монография / М. П. Баранова, В. А. Кулагин. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 160 с.
3. Ходаков Г.С. Реология суспензий. Теория фазового течения и её экспериментальное обоснование / Г.С. Ходаков // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2003. – Т. XLVII. – №2. – С.33–44.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЯЦІЇ СОЄВОГО ЕКСТРУДАТУ З НАНЕСЕННЯМ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

Щепкін В.І.¹, Целень Б.Я.^{1,2}, Величко С.О.

¹Інститут технічної теплофізики НАН України

²Національний технічний університет України «КПІ»

Процес гранулювання відноситься до ефективних сучасних технологій, які застосовують при виготовленні і відповідній обробці продуктів та матеріалів у різних галузях промисловості.

Процес гранулювання пов'язаний зі зміною агрегатного стану гранульованого матеріалу, тому для проведення експериментальних досліджень використовували метод обвалювання, суть якого полягає в нарощуванні сухих частинок на дисперсний пористий матеріал, що знаходиться в розплавленому стані в процесі формування ядра центру гранулювання. В установках, принцип дії яких ґрунтується на застосуванні методу обвалювання можна досягти високої інтенсивності тепломасообміну, забезпечити однакові умови перебігу процесу для всіх частинок матеріалу шляхом створення керованої циркуляції і впливати на інтенсивність механічної взаємодії між частинками.

Виходячи з аналізу факторів впливу на процес гранулювання відомо, що основними змінними параметрами управління процесом є дисперсність розпилу і гідродинаміка руху частинок у робочій зоні апарата, створення гомогенної системи, переміщення компонентів суміші у макроциркуляційних потоках у всьому об'ємі робочої зони апарата, а також питома енергія когезії.

Для апробації розробленої технології і устаткування зібрано експериментальну установку (рис. 1) головною частиною якої є апарат для створення спрямованого руху повітряної суміші 1, який однією стороною співвісно з'єднаний з гвинтовою частиною екструдера для зерна 2, а друга його сторона виконана у вигляді звукового сопла 3. До апарата жорстко приєднані два вузли для приготування і подачі повітряної суміші 4, що містять форсунки 5, і з'єднані транспортними трубопроводами 9, 10 через шибер 11 з патрубками виводу сировини 12, 13 з ємності 6 і шлангами 14, 15 через блок

Збірник тез доповідей VIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
стабілізації тиску і витрати повітря 7 з компресорною установкою 8. В ємності 6 розташована крильчатка 17, з'єднана з валом електродвигуна 18.

Проведені дослідження процесу гранулювання соєвого екструдату, отриманого на зерновому екструдері E250 в залежності від його співвідношення з сухим молоком, що використовується для покриття гранул, а також тиску і витрати повітря.

Якісний результат отриманий при 10, 20, 30% сухого молока до маси соєвого екструдату. При подальшому збільшенні цього співвідношення спостерігається випадання сухого молока у вигляді згустків і його відкладення на корпусі апарата.

Розроблену установку можна монтувати на екструдери існуючих технологічних ліній без значних капітальних витрат.

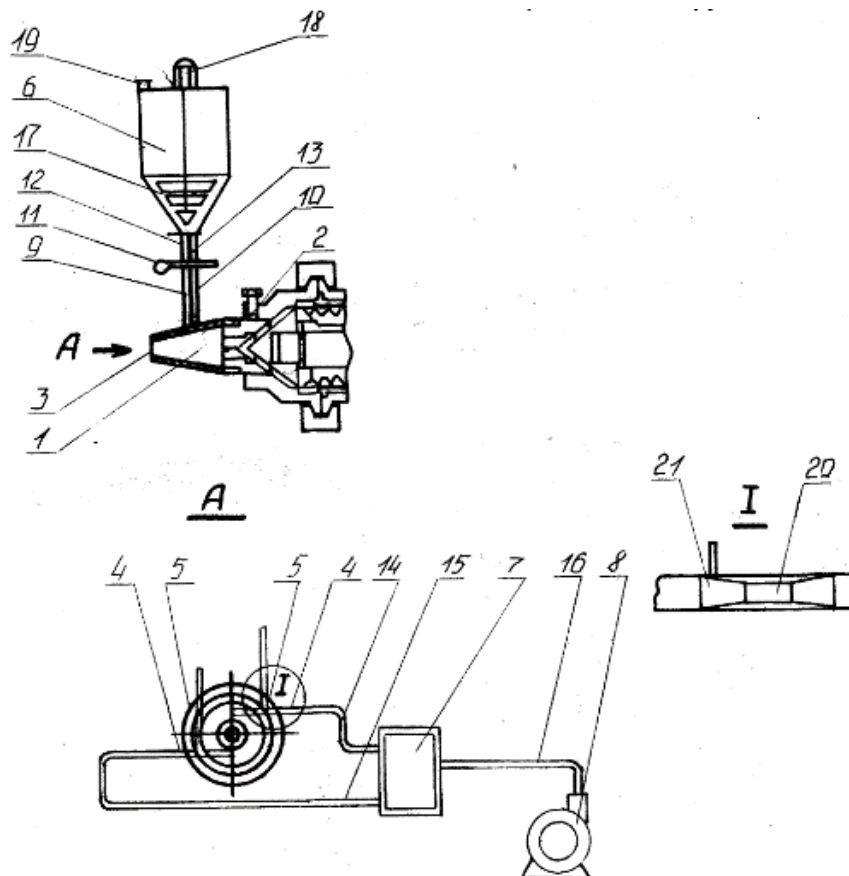


Рис. 1 – Схема експериментальної установки для дослідження перебігу процесу грануляції соєвого екструдату з нанесенням захисного покриття.

УДОСКОНАЛЕННЯ ВАЛКА ВАЛКОВОЇ МАШИНИ

студ. Квітко Д.С., д.т.н., проф. Мікульонок І.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Робочими органами валкових машин – вальців і каландрів – є валки, температура яких зазвичай забезпечується рідким теплоносієм [1, с. 21–22]. Найбільш близьким до модернізованої конструкції є валок валкових машин, що містить бочку і цапфи, виконаний вздовж них центральний отвір і розташовані вздовж бочки закриті по кінцях периферійні канали, сполучені з центральним отвором за допомогою проміжних каналів [1, с. 22, рис. 1.6]. Недолік цього валка – великий термічний опір, обумовлений значною товщиною зовнішньої ділянки бочки, а отже і непродуктивна витрата теплоносія.

Удосконалений валок містить бочку 1 і цапфи 2 і 3, виконаний вздовж них центральний отвір 4 і розташовані вздовж бочки 1 периферійні канали 5 з ущільнювальними кільцями 6 на кінцях. При цьому периферійні канали 5 сполучені з центральним отвором 4 за допомогою проміжних каналів 7, які можуть бути як радіальними, так і похилими (розташування проміжних каналів 7 у просторі залежить від діаметра бочки 1, а також кількості периферійних каналів 5). Кожний периферійний канал 5 виконано у вигляді поздовжнього пазу на зовнішній поверхні 8 бочки 1, поверх якої розташовано обичайку 9 (рисунок 1). Стінки поздовжніх пазів можуть мати теплоізоляційне покриття 10, виконане, наприклад, із фторполімеру, зокрема політетрафторетилену. У разі виконання периферійних каналів 5 у вигляді закритих поздовжніх пазів відпадає потреба в ущільнювальних кільцях 6. Центральний отвір 4 валка також споряджено заглушкою 11 і трубою 12 з ущільненням 13.

Валок працює в такий спосіб.

Теплоносій по трубі 12 і далі по центральному отвору 4 надходить у праві проміжні канали 7, проходить по периферійних каналах 5, крізь ліві проміжні канали 7 потрапляє в міжтрубний простір центрального отвору 4 і

видаляється за межі валка.

Завдяки наявності теплоізоляційного покриття 10 забезпечується збільшення частки теплового потоку, спрямованого в напрямку обичайки 9 і відповідно зменшення частки теплового потоку, спрямованого в напрямку центрального отвору 4 валка, що сприяє зменшенню витрати теплоносія.

Зазначене покриття може бути виготовлене, наприклад, із фторполімеру, зокрема політетрафторетилену, який за температури експлуатації від мінус 260 °С до 260 °С має теплопровідність 0,20...0,23 Вт/(м·К), що на два порядки менше за теплопровідність чавуну або сталі, з яких виготовляється валок.

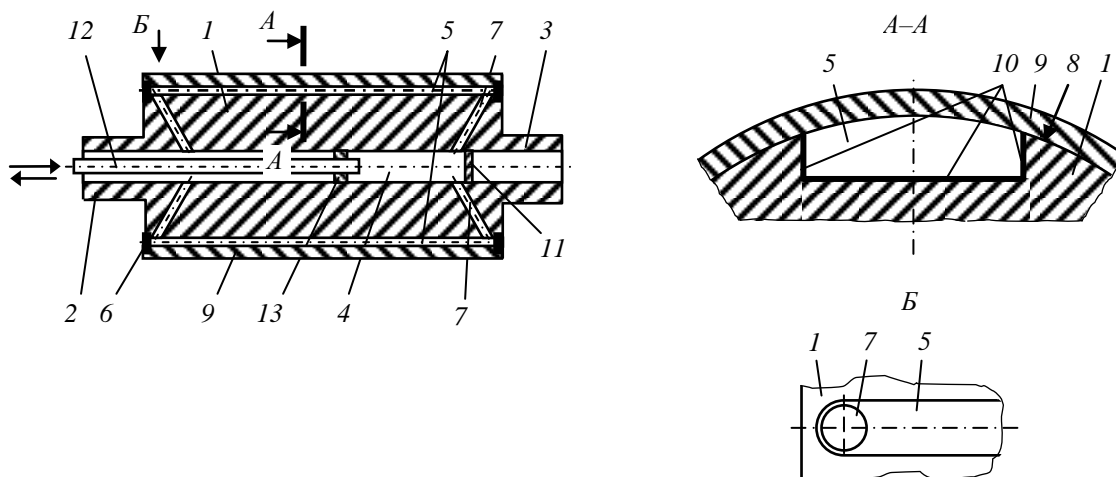


Рисунок 1 – Валок валкової машини (пояснення в тексті)

Пропонована корисна модель не лише забезпечує ремонтпридатність валка та спрощення його виготовлення, а й знижує енергоємність валка.

Перелік посилань:

1. Мікульонк І.О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин : монографія / І. О. Мікульонк. – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 243 с.

2. Заявка u2015 01167 UA, МПК(2015.01) B29B 7/56. Валок валкових машин / І. О. Мікульонк, Д. С. Квітко; заявник НТУУ «КПІ»; дата подання 12.02.2015.

НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛІМЕРНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛЬНИХ ВИРОБІВ

магістрант Соколенко В.В., д.т.н., проф. Мікульонок І.О.,

к.т.н., доц. Сокольський

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Електричні кабельні вироби з полімерною ізоляцією – проводи, шнури й кабелі – широко застосовують у різних галузях промисловості. При цьому якість кабельних виробів і передусім їхньої полімерної ізоляції формується на всіх етапах виготовлення кабельної продукції – від контролю вихідної сировини й елементів майбутніх виробів до охолодження ізоляції перед намотуванням готової продукції на кабельні барабани, змотуванням її в бухти тощо.

На рис. 1 наведено основні чинники забезпечення якості полімерної ізоляції кабельних виробів, які можна поділити на чотири основні групи:

- 1) характеристика вихідних складових для виготовлення кабельного виробу;
- 2) процеси підготовки вихідних складових перед ізолюванням жили;
- 3) процес накладання полімерного покриття на електропровідну жилу;
- 4) процес термообробки полімерного покриття після її накладення на електропровідну жилу.

Дослідження, проведені для кабельного виробу з поліетиленовою ізоляцією, дозволили надати конкретні рекомендації з проведення процесу охолодження з метою одержання продукції високої якості за умови придатної енерго- та ресурсоемності процесу. Так, показано, що під час охолодження ізоляції з поліетилену потрібно забезпечити, щоб внутрішні шари ізоляції почали тверднути до моменту закінчення фазового переходу її зовнішнього шару. Тому під час охолодження кабельного виробу повинен бути момент, коли зовнішній шар і шар, що прилягає до жили, мають температуру, що лежить в інтервалі від 140 до 115 °С, оскільки поліетилен починає тверднути за температури нижче від 140 °С і завершує цей процес після його охолодження нижче від 115 °С. Дотримання цієї умови забезпечує бажану якість виробу та уникнення процесу утворення порожнин і каверн у полімері та відшарування ізоляції від металевої жили.

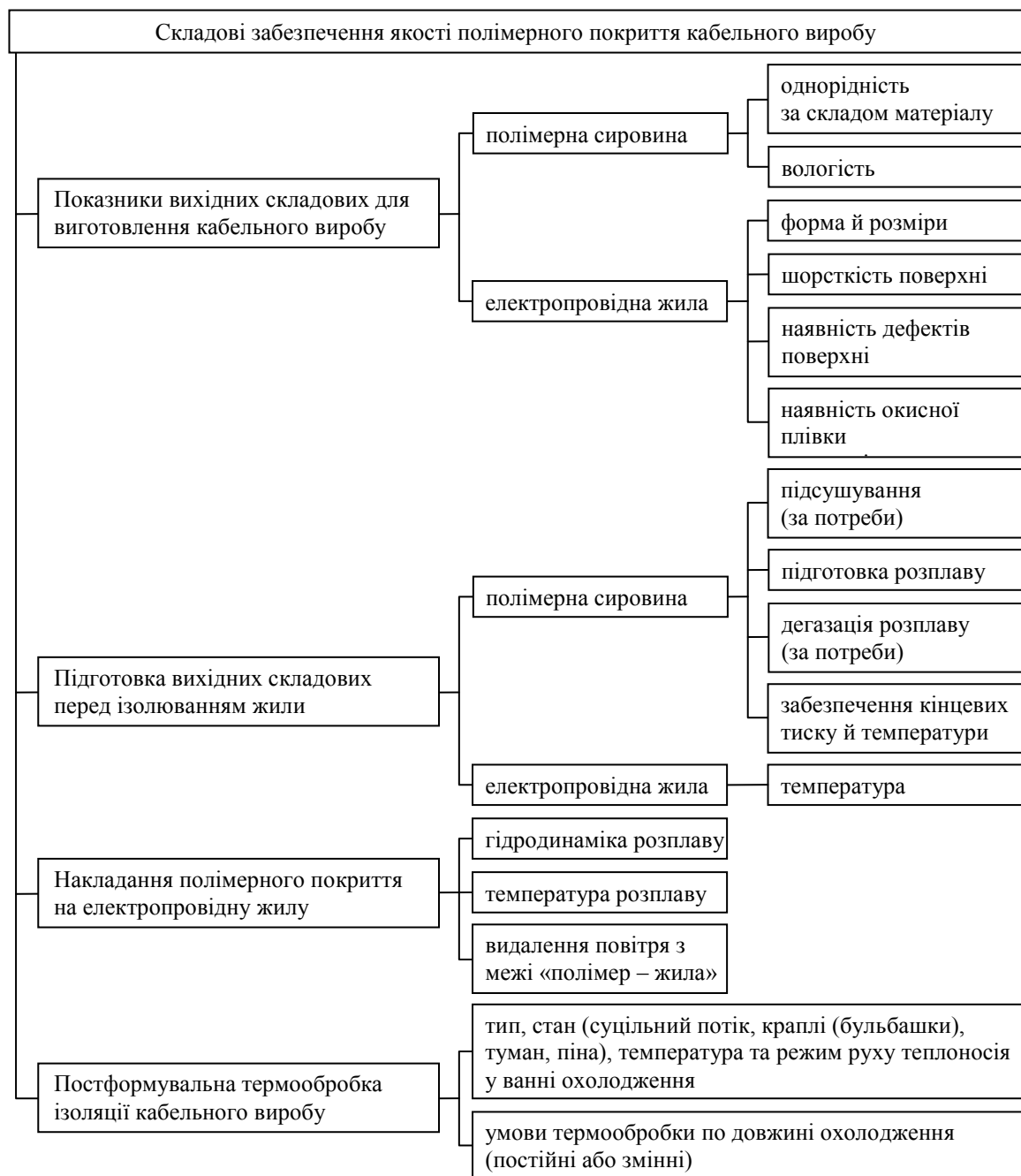


Рисунок 1 – Основні напрями забезпечення якості полімерної ізоляції кабельних виробів

Подальші дослідження будуть спрямовані на розширення номенклатури досліджених кабельних виробів для визначення раціональних режимів їх охолодження для забезпечення високої продуктивності технологічної кабельної лінії, а також високої якості одержуваної кабельної продукції.

ВИЗНАЧЕННЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ БІОМАСИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

магістрант Степчук І.В., к.т.н. Степанюк А. Р.,
к.т.н. Воронін Л. Г., к.т.н. Корінчук Д. М.¹

Національний технічний університет України "КПІ"

¹Інститут технічної теплофізики НАН України

Однією із стадій в лінії виробництва твердого біопалива з деревної тріски є розділення сировини після стадії подрібнення[0].

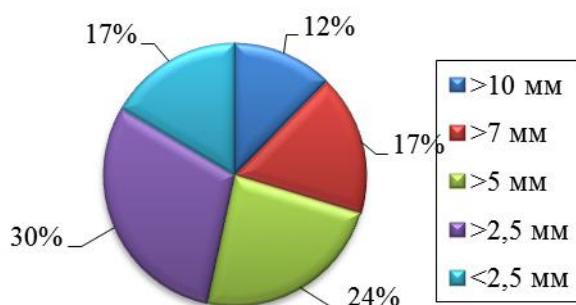


Рисунок 1 - Дисперсний аналіз біомаси після сушіння

Після стадії подрібнення, на виході, отримуємо деревну тріску різної фракції[0]. Було запропоновано визначити дисперсний склад біомаси після стадії сушіння та найбільш вагомі фракції, а також характеристики кожної з них (насипна густина, кількість часток, площа поверхні часток). Для аналізу фракційного складу було взято 1 кг біомаси після стадії сушіння. Ситовим

аналізом було визначено, що найбільші фракції у масовому співвідношенні в загальному об'ємі деревної тріски є >5 мм та >2,5 мм, 24% та 30% відповідно (рис.1). Фракції більшого дисперсного складу >10 мм та >7 мм розподіляються 17% та 12% відповідно в загальному об'ємі біомаси. Фракція <2,5 мм є дрібнодисперсною та водночас малою в масовому співвідношенні, лише 17%. Фракція <2,5 мм (рис.2) має характеристики пилу, тому не враховується в подальших дослідженнях.





Для дослідження площі поверхні часток у фракції було взято зразки (10 часток кожної фракції), виміряні їх геометричні характеристики (довжина, ширина та висота) та маса. З отриманих даних визначена їх середня площа поверхні (табл.1). Отримані дані перенесені на 1 кг кожної фракції та визначені характеристики: насипна густина, кількість часток в 1 кг, площа поверхні 1 кг сировини (табл.2).



Рисунок 2 - Фракція <2,5 мм

Таблиця 1 Характеристики фракцій

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

| Фракція, м | |  |  |  |  |
|------------------------------------|----|---|--|---|---|
| | | 0,0025 | 0,005 | 0,007 | 0,01 |
| № зразка | 1 | 0,0000644 | 0,000194 | 0,0005416 | 0,000257 |
| | 2 | 0,0000595 | 0,00016 | 0,000305 | 0,0005502 |
| | 3 | 0,000054 | 0,000133 | 0,0004932 | 0,0003658 |
| | 4 | 0,0000536 | 0,000132 | 0,000312 | 0,0003568 |
| | 5 | 0,0000521 | 0,000158 | 0,0003164 | 0,0006686 |
| | 6 | 0,00007 | 0,000118 | 0,0003712 | 0,0006388 |
| | 7 | 0,0000925 | 0,0001354 | 0,0002446 | 0,0006034 |
| | 8 | 0,0000652 | 0,000186 | 0,0002428 | 0,000271 |
| | 9 | 0,000196 | 0,000158 | 0,0001798 | 0,0003052 |
| | 10 | 0,0000436 | 0,0001344 | 0,0000316 | 0,0004022 |
| Середня площа 1 шт, м ² | | 0,00007509 | 0,00015088 | 0,00030382 | 0,0004419 |
| Маса 10 шт, кг | | 0,00007 | 0,00018 | 0,00024 | 0,00026 |
| Насипна густина, кг/м ³ | | 98,675 | 75,79 | 41,84 | 33,741 |
| Кількість часток деревини, шт./кг | | 142857 | 55556 | 41667 | 38462 |
| Площа поверхні, м ² /кг | | 10,7 | 8,4 | 12,7 | 17 |

За дисперсністю фракції у загальному об'ємі деревної тріски поділяються на фракції меншого дисперсного складу: >5мм та >2,5мм, та займають 24% та 30% в загальному об'ємі біомаси та фракції більшого дисперсного складу >10мм та >7мм - 17% та 12% відповідно.

Насипна густина в 3 рази менша у фракції >10 мм в порівнянні з >2,5мм. Площа поверхні часток в 1 кг фракцій >5мм та >2,5мм, є невеликою - 8,4м² та 10,7м² відповідно, в порівнянні з фракціями >7мм та >10мм (12,7м² та 17м²).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Використання відходів переробних підприємств в альтернативній енергетиці/ Радчук О.В. к.т.н., доц., Машкін М.І. к.с.-г.н., проф. Сумський/ УДК 662.767.2/ національний аграрний університет Богомолів О.В. д.т.н., проф., Денисенко С.А. к.т.н., доц., Токолов Ю.І. ст. викл. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка.

2. Енергетичний аналіз технологій виробництва твердого біопалива. /Снежкін Ю.Ф., Корінчук Д.М., Безгін М.М., Степчук І.В./ XV Міжнародна наукова конференція " Удосконалення процесів обладнання харчових та хімічних виробництв" (8-12 вересня 2014 року): Одеса. – ОНАХТ, 2014р.

**СЕКЦІЯ 4
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

Вдосконалення башмачного преса

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

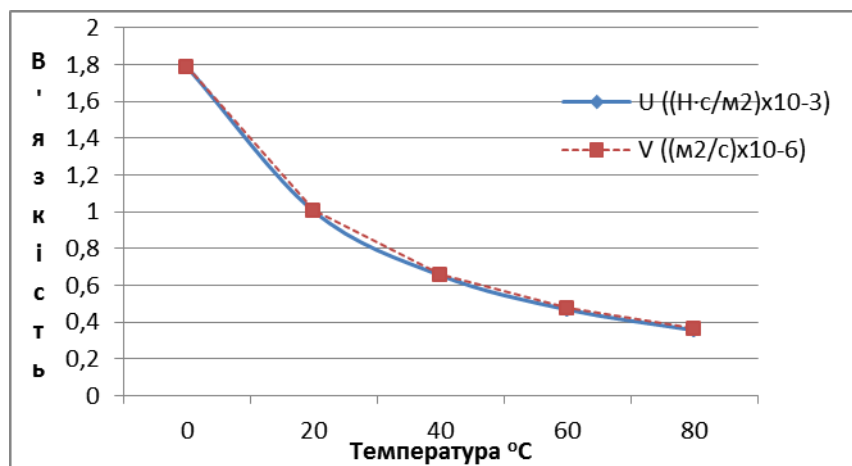
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Модернізація пресової частини є однією з найголовніших задач для зменшення енерговитрат, металоємності та збільшення якісних показників паперо- та картоноробної машини. Тому, що пресова частина знаходиться перед сушильною, яка є найбільш енергозатратною, через використання пари, як теплоносія [1].

Одним з найкращих варіантів модернізації пресової частини є заміна звичайних вальцевих пресів на башмачні, які мають подовжену зону пресування та працюють при значно більших лінійних тисках, а отже паперове полотно при проходженні через прес краще зневоднюється [1]. Також ефективним способом досягнення високої сухості паперового полотна після преса є встановлення «гарячих» пресів, але вони мають більш складну конструкцію та складні в експлуатації, а також сам процес «гарячого» пресування є мало дослідженим.

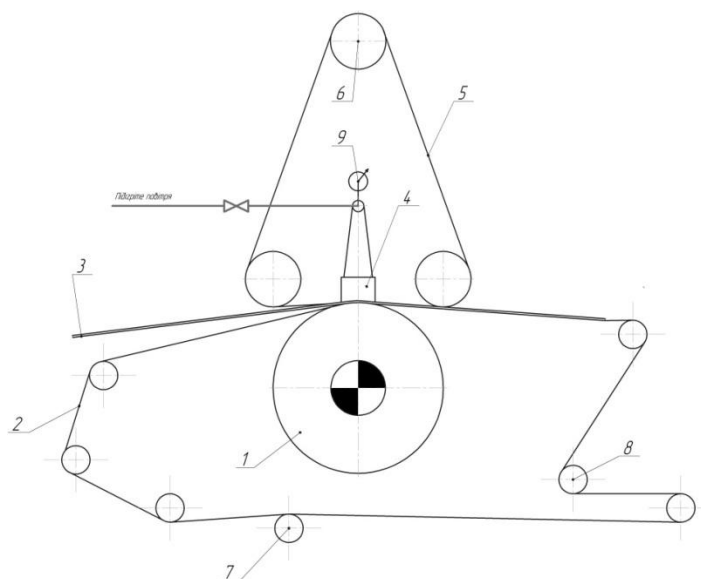
Відомо, що при підвищенні температури води її в'язкість зменшується, що призводить до кращого її видалення з паперового полотна при пресуванні (Рисунок 1).



U – динамічна в'язкість; V – кінематична в'язкість

Рисунок 1 – Графік залежності в'язкості води від температури [2]

Метою модернізації є збільшення сухості паперу після пресу шляхом інтенсифікації процесу фільтрації.



- 1- нижній вал; 2- нижнє пресове сукно; 3- паперове полотно; 4- башмак;
5- синтетична сітка; 6- сітководучий валик; 7- сукноправка; 8- сукнонатяжка; 9- манометр

Рисунок 2 – Схема модернізованого башмачного преса

Використання преса з подовженою зоною пресування з подачею підігрітого повітря в порожнину башмака дозволяє підвищити сухість паперового полотна після пресування в результаті збільшення градієнту гідравлічного тиску в папері і сукні тиском підігрітого повітря та зменшенням в'язкості води в полотні. Тема модернізації пресу шляхом інтенсифікації процесу пресування є актуальною.

Для здійснення модернізації необхідно визначити кінетичні закономірності і технологічні параметри процесу пресування, що в літературних джерелах висвітлені недостатньо.

Перелік посилань:

1. Новиков Н. Е., Прессование бумажного полотна. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 240 с.
2. <http://www.highexpert.ru/content/liquids/water.html>

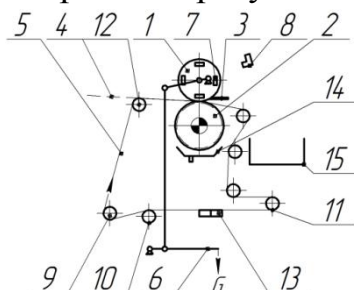
Експериментальне дослідження гарячого пресування паперу для гофрування

магістрант Василенко М.М., к.т.н., проф. Марчевський В.М.,
асистент Мельник О.П., аспірант Биковець Д.П.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Відомо, що при застосуванні гарячого пресування можна досягти сухості паперового полотна до 60 – 70 % [1]. Однак в літературних джерелах процес гарячого пресування, в зв'язку з його складністю описаний недостатньо. Тому робота з дослідження кінетики та визначення технологічних параметрів процесу, необхідних для розробки промислових гарячих пресів є актуальною.

Метою роботи є експериментальне визначення кінетичних закономірностей і технологічних параметрів процесу гарячого пресування, необхідних для розрахунків промислових гарячих пресів.

Для досягнення поставленої мети створено лабораторну установку, що дозволяє здійснювати процес гарячого пресування паперу (рис.1).



1 – верхній пресовий вал; 2 – вал жолобчатий; 3 – шабер; 4 – паперове полотно; 5 – сукно пресове; 6 – механізм притискання верхнього валу; 7 – електричний нагрівач; 8 – пірометр; 9 – розгінний вал; 10 – сукноправка; 11 – сукнонатяжка; 12 – сукноведучий вал; 13 – сукномийка; 14 – піддон для води; 15 – корзина для відпресованих зразків.

Рисунок 1 – Схема дослідної установки.

За результатами дослідження побудовані графічні залежності сухості флютингу від часу пресування при різних лінійних тисках, температурах гарячого вала та відносній масі флютингу, наведені на рисунках 2 - 4.

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

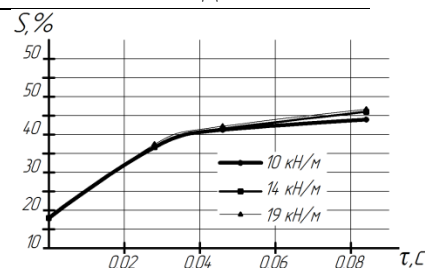
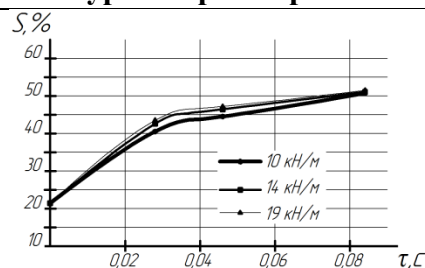
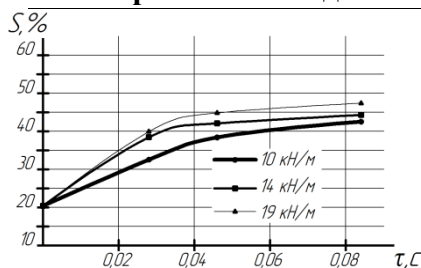


Рисунок 2 – Залежність кінцевої сухості від часу пресування при різних лінійних тисках та температурі поверхні валу 100°C і масі флютингу 120 г/м²

Рисунок 3 – Залежність кінцевої сухості від часу пресування при різних лінійних тисках та температурі поверхні валу 150°C і масі флютингу 120 г/м²

Рисунок 4 – Залежність кінцевої сухості від часу пресування при різних лінійних тисках та температурі поверхні валу 200°C і масі флютингу 120 г/м²

Аналіз результатів експериментального дослідження показує, що з підвищенням температури гарячого валу швидкість зневоднення і кінцева сухість зразків збільшуються. З рисунків 2 – 4 видно, що криві зневоднення мають подібну форму – дві прямі з'єднані криволінійним відрізком. Початкові ділянки кривих показують, що процес зневоднення протікає з постійною швидкістю до середини захвату, після чого швидкість процесу зменшується на невеликому криволінійному відрізку. Після криволінійного відрізка процес протікає з постійною але значно меншою швидкістю до кінця захвату. Таку форму кривої зневоднення можна пояснити закономірністю зміни лінійного тиску в захваті пресу [2].

Перелік посилань:

1. Pat. 0289477 European Patent Office, Int. Cl. 4 D 21 F 3/04. Method for hot-pressing of a paper web and a drying device for the implementation of the method. / Laapotti. J.; Applicant: VALMET PAPER MACHINERY INC., Representative: Rostovanyi, Peter et. Application number: 88850145.9; date of filing: 27.04.88; date of publication of application: 02.11.88.
2. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна / Новиков Н.Е. – Л.: Лесная промышленность., 1972. – 240с.

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ ВИРАЗІВ НАПІРНО-ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

магістрант Василенко Р.М., к.т.н., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для гідродинамічних машин з робочим органом що обертається залежність напору від витрати рідини є основною характеристикою, оскільки дозволяє не тільки визначати витрати енергії при роботі машин, а й встановлювати межі роботи машин і обирати найбільш сприятливі режими роботи [1]. З проміж інших машин гідродинамічної дії роторно-пульсаційні апарати (РПА) відрізняються тим, що рідина в них виконує декілька функцій: 1) транспортна – підведення, проведення та відведення оброблюваної речовини з пульсаційного вузла; 2) перетворююча – обробка речовини у пульсаційному вузлі за рахунок впливу на неї гідродинамічних явищ. Отже створення по-справжньому ефективних конструкцій РПА і вибір режимів їх роботи неможливий без знання напірно-витратних характеристик. Використання аналітичних виразів напірно-витратних характеристик на етапі проектування РПА дозволить створювати більш досконалі апарати, а тому, знаходження таких виразів є актуальним.

З метою відшукування універсальних напірно-витратних характеристик РПА проведено аналітичний огляд літературних джерел, за результатами якого встановлено, що:

-знаходження математичних виразів напірно-витратних характеристик РПА здійснюється емпірично або аналітично, причому в останньому випадку використовується стаціонарне або нестаціонарне рівняння Бернуллі та його модифікацій;

-емпіричні залежності придатні для розрахунків тільки існуючих апаратів або одноступінчастих РПА (найкраще конструкцій з внутрішнім ротором);

-досягнення відчутного підвищення точності розрахунків за рахунок використання різних форм нестационарного рівняння Бернуллі можливе, але у такому разі виникає необхідність застосування комп'ютерних методів для його розв'язання;

-більшість відомих залежностей включає один-два, а подекуди і більше параметрів для визначення яких не існує аналітичних виразів або довідкових даних;

-у більшості відомих залежностей напір пропорційний квадрату діаметра і квадрату частоти обертання ротора;

-у більшості відомих залежностей втрати напору приймаються пропорційними квадрату витрат рідини.

Проведено апробацію знайдених аналітичних виразів напірно-витратної характеристики. Для розрахунків обрано відомі конструкції РПА [2, 3]. Встановлено, що для розрахунку цих конструкцій найбільш придатні залежності, наведені у відповідних джерелах. Поширенню цих залежностей на інші конструкції РПА перешкоджає необхідність визначення коефіцієнту напору і коефіцієнту витрати у випадку [2] і загального коефіцієнту опору у випадку [3]. Загалом проведений огляд свідчить про відсутність універсальних математичних виразів для обчислення напірно-витратних характеристик РПА. Із зазначеного витікає необхідність подальших досліджень спрямованих на розвиток і вдосконалення гідродинамічної теорії РПА.

Перелік посилань:

1. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры [Текст] : учебник для теплотехнических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с

2. Балабудкин М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. - М.: Медицина, 1983. - 160 с.

3. Накорчевский А.И., Басок Б.И. Гидродинамика и тепломассоперенос в гетерогенных системах и пульсирующих потоках. / Под ред. Долинского А.А. – Киев: Наукова думка, 2001. – 346 с.

СУШИЛЬНА УСТАНОВКА З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНИХ ТІЛ ТА ЖИВИЛЬНИКОМ

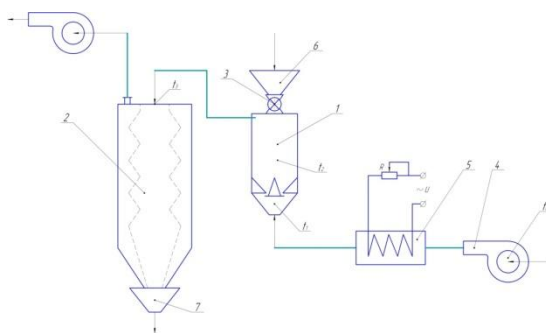
асистент Гробовенко Я. В., к.т.н., проф. Марчевський В. М.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сушильна установка з псевдозрідженим шаром інертних тіл та живильником може бути використана для сушіння пастоподібних матеріалів в целюлозно-паперовій, харчовій, фармацевтичній, лакофарбовій, мікробіологічній, хімічній та інших галузях промисловості. Вона складається із: завантажувального бункера; рукавного фільтра; живильника; двох вентиляторів; калорифера; сушильної камери з патрубками подачі сушильного агента та його відведення разом із висушеним матеріалом. Робота установки перевірена в процесі сушіння пасти діоксиду титану.

Технологічна схема сушильної установки для сушіння пасти діоксиду титану зображена на рис. 1.



1 - сушильна камера; 2 – рукавний фільтр; 3 – живильник дозатор; 4 – вентилятор; 5 – калорифер; 6 – завантажувальний бункер; 7 – вивантажувальний бункер.

Рисунок 1 – Схема сушильної установки

Паста діоксиду титану завантажується в завантажувальний бункер, звідки, через живильник поступає в сушильну камеру, де висушується на поверхні тіл та з потоком теплоносія поступає в рукавний фільтр. У фільтрі проходить очищення теплоносія від сухого діоксиду титану, очищений теплоносій відводиться в навколишнє середовище.

Тепловий баланс процесу сушіння:

$$dQ = dQ_1 - dQ_2, \quad (1)$$

$$m_{\text{п}} \cdot (c_1 + c_2 \cdot U) \cdot dt = \alpha \cdot F \cdot (t_{\text{с.а.}} - t) \cdot dt - m_{\text{п}} \cdot U \cdot \frac{du}{d\tau} \cdot r \cdot dt, \quad (2)$$

де dQ – тепловий потік на нагрівання пасти до $t_{\text{м.т.}}$, Вт; dQ_1 – загальний тепловий потік від сушильного агента, Вт; dQ_2 – тепловий потік на випаровування вологи, Вт; $m_{\text{п}}$ – маса абсолютно сухого діоксиду титану, кг; c_1

– теплоємність абсолютно сухого діоксиду титану, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; c_2 – теплоємність води, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; F – поверхня теплообміну, м^2 ; U – вологовміст пасти діоксиду титану, $\frac{\text{кг}_{\text{води}}}{\text{кг}_{\text{а.с.м}}}$; $t_{\text{с.а.}}$ – температура сушильного агента на вході, К; t – поточна температура поверхні пасти, К; $t_{\text{п}}$ – початкова температура пасти, К; $t_{\text{м.т.}}$ – температура при якій проходить процес сушіння вологого матеріалу, К.

Рівняння (2) описує витрату тепла на нагрівання пасти від початкової температури $t_{\text{п}}$ до температури мокрого термометра $t_{\text{м.т.}}$ і на випаровування вологи із поверхні F пасти діоксиду титану. В період постійної швидкості сушіння швидкість сушіння описується наступним диференціальним рівнянням:

$$\frac{du_1}{d\tau} = \frac{\alpha \cdot F \cdot (t_{\text{с.а.}} - t_{\text{м.т.}})}{r \cdot m_{\text{п}}}, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, $(\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К})$; r – питома теплота пароутворення, $(\text{Дж}/\text{кг})$.

В другий період сушіння, швидкість випаровування вологи із матеріалу описується наступним диференціальним рівнянням:

$$\frac{du_2}{d\tau} = -K(u_{1\text{к}} - u), \quad (4)$$

де $K = f(t)$ – коефіцієнт сушіння; $u_{1\text{к}}$ – критичний вологовміст першого періоду сушіння; u – рівноважний вологовміст.

Початкові умови для рівнянь (3, 4):

$$\begin{cases} u|_{\tau=0} = u_0, \\ u_2 = u_{1\text{к}}, \\ \tau_0 = 0, \\ t_0 = t_1. \end{cases} \quad (5)$$

Рівняння (2, 3, 4) вирішено інтегруванням методом Рунге-Кутта з урахуванням початкових умов (5) та отримано теоретичні залежності, що підтверджені результатами експериментів на даній лабораторній установці.

Перелік посилань:

1. Дослідження гідродинаміки псевдозрідженого шару. Методичні вказівки / Укл. В.М. Марчевський, Я.М. Корнієнко, П.М. Магазій, В.В. Райда. – К.: КПІ, 2008. – 17с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СУШІННЯ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО ПАПЕРУ

магістрант Татарчук О.О., к.т.н., проф. Марчевський В.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Питання розрахунку кінетичних закономірностей сушіння санітарно-гігієнічного паперу з використанням інфрачервоного випромінювання в літературі висвітлено недостатньо.

Особливістю санітарно-гігієнічного паперу є те, що його товщина дуже мала (10-20 мкм). Можна допустити, що температурний профіль в такому тонкому папері безградієнтний. Тоді диференціальний тепловий баланс процесу можна записати у вигляді:

$$dQ = m[(c_{асн} + c_b \cdot U_1) \cdot dt + (U_1 - U_2) \cdot r] = q_r \cdot dt; \quad (1.1)$$

де m – маса паперу; $c_{асн}$ – теплоємність абсолютно сухого паперу; c_b – теплоємність води, U_1, U_2 – вологовміст до і після сушіння; dt – зміна температури під час сушіння; r – питома теплота пароутворення; $d\tau$ – проміжок часу сушіння.

Замінивши різницю вологовмісту на швидкість сушіння за проміжок часу $d\tau$ матимемо:

$$dQ = m[(c_{асн} + c_b \cdot U_1) \cdot dt] = q_r \cdot d\tau - r \cdot m \cdot \frac{dU}{d\tau} d\tau; \quad (1.2)$$

Звідки:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{q_r + r \cdot m \cdot \frac{dU}{d\tau}}{m \cdot (c_{асн} + c_b \cdot U_1) \cdot dt}. \quad (1.3)$$

Швидкість сушіння санітарно-гігієнічного паперу під час нагрівання і першого періоду сушіння [1]:

$$\frac{dU}{d\tau} = \beta \cdot F \cdot (P_s - P_{nn}), \quad (1.4)$$

де F – площа поверхні паперу, β – коефіцієнт масовіддачі, P_s – тиск насиченої пари, P_{nn} – парціальний тиск парів в повітрі, який визначається з залежності $\varphi = \frac{P_{nn}}{P_s} \rightarrow P_{nn} = \varphi \cdot P_s$.

Швидкість сушіння санітарно-гігієнічного паперу під час другого періоду сушіння [1]:

$$\frac{dU}{d\tau} = -k \cdot (U - U_p) \quad (1.5)$$

Тепловий потік випромінювання: $q_r''|_z = q_r''|_0 - \int_0^z a dz$.
де $a = a_f(1 - \varepsilon) + \varepsilon S a_w$ – коефіцієнт поглинання променів водою та волокном, 1/м, а a_f – коефіцієнт абсорбції променів волокном, 1/м; a_w – коефіцієнт абсорбції променів водою, 1/м, $a_f = \frac{1}{L} \ln \left(1 - \frac{\alpha_f}{(1-R_f)} \right)$ – коефіцієнт поглинання енергії волокном; R_f – коефіцієнт віддзеркалення променів волокном

Створена математична модель дозволяє розглядати швидкість сушіння, температуру паперу, а також залежність вологовмісту від часу сушіння і, відповідно, швидкість сушіння.

Перелік посилань:

1. Лыков М. В. Сушка в химической промышленности – М.: Химия, 1970. – 483с.
2. J. Seyed-Yagoobi and H. Noboa. Heating/drying of uncoated paper with gas-fired infrared emitters – fundamental understanding. – Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004) August 2004, vol. B, pp. 1217 – 1224.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ДЕГІДРАТАЦІЇ КРИСТАЛІЧНОГО ХЛОРИДУ МАГНІЮ

проф. Марчевський В.М., пров.інж.Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Шестиводний хлорид магнію ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), користується великим попитом на ринку, особливо в кристалічні форми, виробництво яких стримується відсутністю ефективних сушарок [1]. Метою роботи є отримання кінетичних залежностей процесу сушіння кристалічного бішофіту і отримання основних технологічних параметрів, необхідних для розрахунку процесу сушіння з метою створення алгоритму розрахунку, є актуальною проблемою.

Запропонована математична модель, що описує процеси сушіння та дегідратації кристалічного бішофіту:

$$\frac{dU}{d\tau} = \beta \cdot F \cdot (p_S - p_N) + k \cdot U$$
$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\alpha \cdot F(t_f - t_m)}{m_c \cdot (C_c + U \cdot C_s)} - \frac{r}{(C_c + U \cdot C_s)} \cdot \frac{dU}{d\tau}$$
$$\frac{dX}{d\tau} = z_0 \cdot \exp\left(\frac{E}{R \cdot T_0}\right) \cdot X$$
$$p_p = p_s \cdot \varphi; p_s = e^{\frac{a-b}{t_m+273+c}}$$

Де: U – вологовміст бішофіту, кг/кг;

β – коефіцієнт масовіддачі від кристалу до теплоносія;

l – радіус кристала, м; m_c – маса абсолютно сухого матеріалу, кг;

F – сумарна площа гранул масою m_c , m^2 ; $F = \frac{3 \cdot m_c}{l \cdot \rho}$;

φ – відносна вологість теплоносія;

$a=18,3036$; $b=3816,44$; $c=46,13$;

$\rho=1560$ кг/м³ – густина кристалічного бішофіту;

r – питома теплота пароутворення, кДж/кг;

$t_f = 80 \div 120$ °С – температура гарячого повітря;

t_m – температура матеріалу в 1-му періоді сушіння, °С;

p_p – парціальний тиск парів води; p_s – насичений тиск парів води;

C_s, C_v – теплоємності бішофіту та води, $\frac{кДж}{кг \cdot K}$;

z_0 – предекспотенціальний множник, c^{-1} ;

E – енергія активації, $\frac{кДж}{кг}$; R – універсальна газова стала, $\frac{Дж}{кмоль \cdot K}$;

X – степінь дегідратації, кг/кг.

Отримані експериментальні залежності і параметри процесів дають можливість інтегрувати математичну модель.

Перелік посилань:

1. Производство магния электролизом. О.А.Лебедев.М.:Металлургия,1988.65 с

УДК 676.017

БЕЗНОЖОВЕ РОЗМЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КАРТОННО-ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одним з екологічно перспективних і економічно привабливих шляхів нарощування обсягів виробництва паперу є використання вторинних волокон, одержаних при переробці оборотного браку і макулатури. Використання вторинної волокнистої сировини для виробництва паперу та картону дає можливість розширити сировинну базу та зменшити залежність промислових підприємств від забезпечення первинною волокнистою сировиною. Недоліком використання волокон, одержаних з вторинної сировини є зниження фізико-механічних характеристик виробленої з них продукції внаслідок збільшення жорсткості волокон і зниження їх здатності до набрякання. Відновлення фізико-механічних властивостей волокон з метою покращення їх паперотворних властивостей вимагає додаткових витрат, тому при виробництві картонно-паперової продукції з використанням вторинної волокнистої сировини особлива увага приділяється вибору раціональних технологічних режимів переробки вторинної сировини і обладнання [1]. Напівфабрикатом для виробництва продукції з використанням волокон вторинної переробки є макулатурна маса що утворюється шляхом розпускання волокнистих напівфабрикатів у воді. Однак повне розволокнення матеріалу на стадії розпускання призводить до перевитрати енергії і зниження продуктивності обладнання. В той же час ступінь розпускання суттєво впливає на режим розмелювання і паперотворні властивості волокон. Тому для дорозпускання та попередньої обробки макулатурної маси, а також для легкої обробки целюлози без укорочення волокон доцільно використовувати безножове розмелювання, що здійснюється в машинах гідродинамічної дії [2].

В даних машинах передача енергії здійснюється за рахунок силового впливу на волокна, які вільно рухаються в рідкому середовищі. До силових факторів подібного типу впливу можна віднести: зусилля зсуву в потоці, кавітацію, пульсації гідродинамічного тиску, удари і тертя волокон між собою і об тверді елементи машин, турбулентні напруження. Теоретичний аналіз роботи гідродинамічних машин показує, що питома енергоємність

найдосконаліших з них (ентштіпперів, пульсаційних млинів, кавітаційних апаратів та ін.) по меншій мірі в 3...4 рази вища за енергоємність ножових машин. Однак, при виробництві макулатурної маси, ці машини мають безсумнівну перевагу перед останніми, оскільки забезпечують: 1) «м'який» вплив на волокна, що полягає, головним чином, у розвитку внутрішньої і зовнішньої поверхонь волокон без їх укорочення, що особливо важливо для волокнистої суспензії з вторинної сировини, яка вже одного разу проходила стадію розмелу; 2) гарне диспергування пучків волокон і розділення волокон; 3) збільшення ступеня помелу маси (на 10°ШР...15°ШР).

Обробка в машинах гідродинамічної дії дозволяє суттєво покращити паперотворні властивості волокнистої суспензії за рахунок підвищення рівномірності розподілення волокон та вирівнювання їх довжини, а також глибокої фібриляції волокон, що призводить до збільшення зовнішньої поверхні волокон і числа вільних гідроксильних груп на їх поверхні, покращує гнучкість та еластичність волокон. Це дає змогу підвищити рівномірність шару волокна при відливанні маси на формуючому пристрої папероробної машини та інтенсифікувати утворення зв'язків між волокнами, що позитивно впливає на фізико-механічні властивості продукції.

Таким чином, основним виробничим призначенням машин гідродинамічної дії у целюлозно-паперовій промисловості є дороспускання волокнистих матеріалів після гідророзбивачів, тобто там, де потрібно подолати порівняно слабкі міжволоконні зв'язки. Часто обробки вторинної сировини в машинах гідродинамічної дії достатньо для того, щоб отримана волокниста суспензія була придатна для відливу і формування паперу на папероробній машині[3].

Перелік посилань:

1. Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для вузов. – М.: Лесн. пром-ть, 1988. – 440 с.
2. Алашкевич Ю.Д., Безножевой способ обработки волокнистых полуфабрикатов: М. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – 130 с.
3. Легоцкий С.С., Гончаров В.Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. – М.: Лесн. пром-ть, 1990. – 224 с.

СЕКЦІЯ 4

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

УДК 676.16

ОТРИМАННЯ НАНОВОЛОКНИСТИХ ПЛІВОК ІЗ ЦЕЛЮЛОЗИ

магістрант Алушкін С. В., аспірантка Яценко О. В.,

к. х. н., доцент Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У сучасному світі інноваційних технологій триває пошук нових матеріалів, що здатні повністю або частково замінити пластики, які широко використовуються в різних сферах життя. Виробництво сучасних пластикових матеріалів вимагає додаткових економічних витрат і призводить до негативного впливу на довкілля із-за складної схеми утилізації відпрацьованих пластикових матеріалів.

Більш екологічно чистою альтернативою синтетичним пластикам можуть бути матеріали, які отримуються із природної сировини – целюлозних волокон з нанометровими розмірами. Нанометрові волокна целюлози мають кращі фізико-механічні властивості (низький коефіцієнт термічного розширення, високий модуль Юнга, більшу міцність) і можуть використовуватися як компонент наноконпозиційних матеріалів або як добавка для стабілізації суспензій. Плівки, отримані з наноцелюлозних суспензій, характеризуються високими показниками міцності, прозорості і гнучкості [1].

Метою дослідження було отримання оптично прозорих нановолокнистих плівок із сульфатної целюлози та оцінка їх якісних показників. Для цього в роботі проведено розмелювання сульфатної хвойної вибіленої целюлози в лабораторному розмелювальному комплексі до ступеня мливу 93 - 97 °ШР. Отриману суспензію гідролізували розчином сульфатної кислоти протягом 50 хв за температури 60 °С, промивали на скляному фільтрі до нейтрального значення рН і проводили центрифугування отриманого розчину зі швидкістю 8000 об/хв. Довговолокнисту фракцію обробляли ультразвуком на дезінтеграторі УЗДН-А тривалістю від 30 до 90 хв.

Для отримання прозорих нановолокнистих плівок оброблену суспензію об'ємом 10 – 50 мл відливали в пластикових чашках Петрі і сушили на повітрі за кімнатної температури. В отриманих нановолокнистих плівках визначали товщину, масу 1 м², щільність і прозорість. Щільність зразків знаходиться в

Збірник тез доповідей VIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
межах $1,3 - 1,5 \text{ г/см}^3$, а прозорість плівок у видимому спектрі ($\lambda = 600 \text{ нм}$) становила від 50 до 70 % (рис. 1).

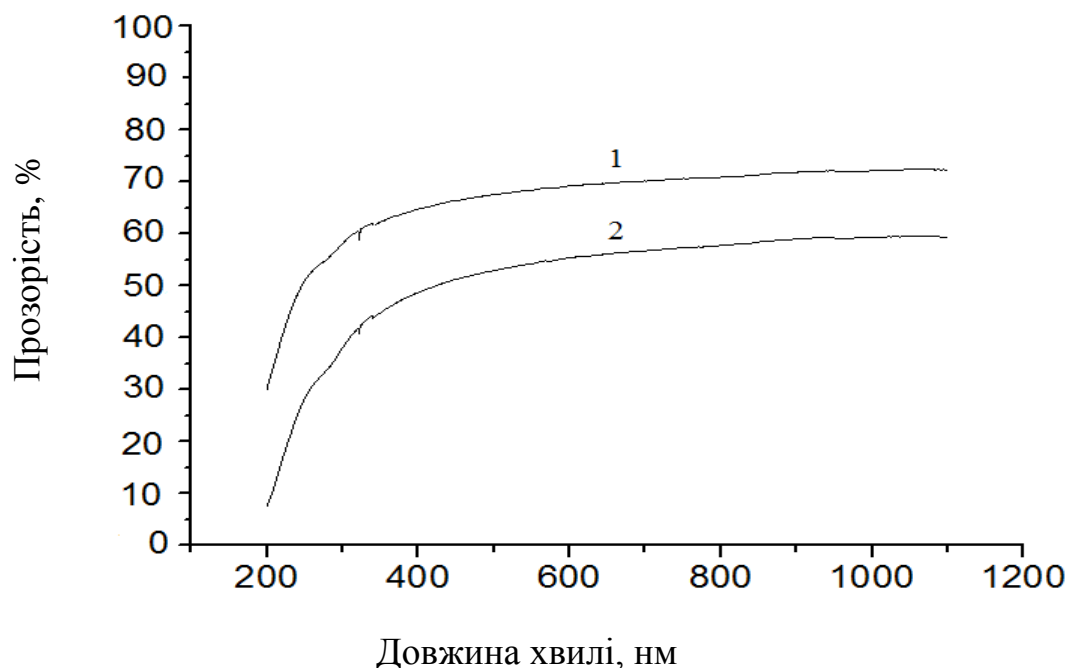


Рис. 1 – Залежність прозорості нановолокнистих плівок від довжини хвилі для зразків, отриманих із суспензії об'ємом 15 см^3 (1) і суспензії об'ємом 25 см^3 (2).

Отримані результати свідчать про те, що шляхом послідовного проведення механічного розмелювання сульфатної хвойної вибіленої целюлози, часткового гідролізу та обробкою ультразвуком можна отримати нановолокнисті плівки, які за своїми показниками відповідають відомим із літератури даним [2].

Використана література:

1. M. Nogi, S. Iwamoto, A. N. Nakagaito, H. Yano. Optically Transparent Nanofiber Paper / *Advanced Materials*, 2009, 20, 1–4.
2. L. Hu, G. Zheng, J. Yao et al. Transparent and conductive paper from nanocellulose fibers / *Energy & Environmental Science*, 2013, 6, 513–518.

УДК 676.16

ОТРИМАННЯ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ З ВОЛОКОН БАВОВНИ

магістрант Бочок В. Г., к.х.н. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Зростання рівня життя населення сприяє постійному підвищенню обсягів використання і виробництва товарів широкого вжитку, зокрема целюлози, яка є найбільш поширеним і відновлюваним рослинним органічним полімером. У світовій целюлозно-паперовій промисловості для виробництва целюлози найпоширенішою сировиною є деревина, обсяги переробки якої не можуть забезпечити зростаючих потреб виробництва. Тому для багатьох країн, що не мають достатніх запасів деревини, перспективним є застосування недеревної рослинної сировини [1].

Серед недеревної рослинної сировини найбільше застосування отримали стебла злакових та технічних культур. До останніх відноситься і бавовна, яка має високий вміст целюлози (до 100%) і низький вміст нецелюлозних компонентів (лігніну, екстрактивних і мінеральних речовин), що відповідає жорстким потребам медичної та фармацевтичної галузей [2].

Серед похідних целюлози останнім часом у медичній галузі широким попитом користується оксицелюлоза – суміш вихідної целюлози і продуктів її початкового окислення. Від вихідної целюлози вона відрізняється підвищеним вмістом кисню внаслідок великої кількості карбонільних і карбоксильних груп. Для отримання оксицелюлози застосовується ряд окисників, наприклад, окисли нітрогену, які селективно окислюють первинну спиртову групу целюлози. Також для окислення целюлози можуть використовуватися гіпохлорити, пероксиди, кисень, озон [3]. Останнім часом для одержання оксицелюлози досліджується застосування так званої TEMPO системи, до складу якої входять TEMPO (2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-оксил), бромід калію і гіпохлорит натрію [4].

Мета роботи полягала у відпрацюванні методик одержання оксицелюлози із використанням TEMPO системи. Для проведення окислення були застосовані попередньо подрібнені волокна бавовни. Процес проводили

за температури 25 °С у конічних колбах. Отриманий продукт ретельно промивали дистильованою водою і сушили на повітрі за кімнатної температури впродовж 24 годин. Залежність основного показника оксицелюлози – кількість карбоксильних груп від тривалості обробки наведено на рисунку.

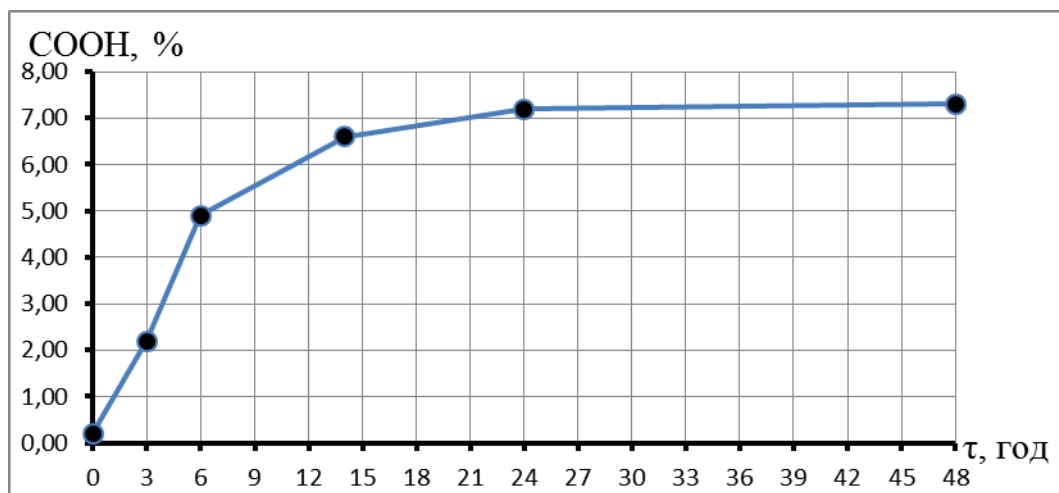


Рисунок – Залежність вмісту СООН-груп від тривалості обробки

З графіку видно, що найбільший приріст вмісту карбоксильних груп спостерігається протягом доби. Отримана оксицелюлоза має середній степінь полімеризації в межах 360 – 265, який зменшується зі збільшенням тривалості обробки.

Використана література:

1. Примаков С. П., Барбаш В. А.. Технологія паперу і картону. Навчальний посібник.– Київ: ЕКМО, 2008. – 425с.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3т. Ч. 2. Производство полуфабрикатов / Упоряд. В. Г. Харазов и др. – СПб: Политехника, 2003. – 634с.
3. Роговин З. А., Шорыгина Н. Н.. Химия целлюлозы и ее спутников. Москва, 1963. – 679с.
4. Qin Z.Y., Tong G.L., Chin Y.C. Preparation of ultrasonic-assisted high carboxylate content cellulose nanocrystals by TEMPO oxidation/BioResources, 6(2), 2011, 1136-1146.

ПЕРОЦТОВИЙ СПОСІБ ОТРИМАННЯ МІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ

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

Національний технічний університет України «КПІ»

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 країн-лідерів з виробництва зерна, щорічний збір якого становить до 60 млн. т. У процесі переробки сільськогосподарських рослин утворюється велика кількість целюлозовмісних відходів, які є альтернативним джерелом сировини для одержання целюлози. [2]

Промислові способи отримання целюлози (сульфатний і сульфідний) забруднюють навколишнє середовище сірковмісними речовинами. Тому розробка технологій одержання целюлози більш екологічно чистим способом є актуальною задачею. До таких способів відносяться органосольвентні способи, зокрема з використанням пероксиду водню та оцтової кислоти.

Метою дослідження є отримання пероцтовим способом із пшеничної соломи МКЦ, яка б відповідала вимогам нормативних документів.

Пшеничну солому очистили від колосся, трави, листя та подрібнювали до однорідних частин довжиною 3...5 мм із наступним зберіганням в ексикаторах для підтримки постійної вологості. Варіння целюлози проводили в автоклавах, які занурювали в нагріту до 120 °С гліцеринову баню.

На першій стадії обробки наважки по 10 г подрібненої соломи завантажили в автоклав і залили розчином, що містив пероксид водню та оцтову кислоту в молярному співвідношенні від 0,2 до 0,6 із додаванням H_2SO_4 в якості каталізатора у кількості 2 % від а.с.с. Варіння проводили впродовж 2–3 годин за гідромодуля 7,5:1. По закінченні першої стадії обробки волокнисту масу промивали дистильованою водою до нейтральної реакції, завантажували в автоклави та залили розчином, який містив пероксид водню та оцтову кислоту у молярному співвідношенні 0,2. Процес варіння на другій стадії проводили протягом 2 год за температури 120 °С та гідромодуля 7,5:1.

Отримані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості пероцтової солом'яної целюлози

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

| № досліджу | Молярне співвідношення $H_2O_2 : CH_3COOH$ | Тривалість процесу на I стадії, год | Вихід, % | Вміст лігніну, % | Ступінь полімеризації | Вміст золи, % |
|------------|--|-------------------------------------|----------|------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | 0,2 | 2 | 32,0 | 7,65 | 284 | 0,59 |
| 2 | 0,4 | 2 | 30,0 | 11,76 | 179 | 0,69 |
| 3 | 0,6 | 2 | 16,8 | 24,20 | - | 0,68 |
| 4 | 0,2 | 3 | 31,0 | 17,24 | 161 | 0,61 |
| 5 | 0,4 | 3 | 23,5 | 19,20 | 132 | 0,98 |

Отримані результати свідчать про те, що кращі результати отримано за молярного співвідношення $H_2O_2 : CH_3COOH$, що дорівнює 0.2, а подальше збільшення витрат пероксиду водню і тривалості проведення першої стадії варіння призводить до конденсації лігніну. За показниками якості одержані зразки целюлози відповідають вимогам нормативних документів до МКЦ за ступенем полімеризації, але потребують проведення додаткових обробок для зменшення вмісту мінеральних речовин (зольності).

Література:

1. Аутлов С.А., Базарнова Н.Г, Кушнир Е.Ю. Микрористаллическая целлюлоза: структура, свойства и способы применения (обзор) // Химия растительного сырья. — 2013. — №3. — С. 33–41.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А, Черьопкіна Р.О. Виробництво сульфитної та органосольвентної целюлози. Навч. посіб. — Київ: ЕКМО, 2009. — 280 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХЕЛАТУЮЧОЇ ОБРОБКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИБІЛЮВАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ПЕРОКСИДОМ ВОДНЮ

аспірантка Нагорна Ю. М., к.х.н., доц. Барбаш В. А

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний університет»

Однією із проблем сучасної целюлозно-паперової промисловості залишається розробка екологічно чистих технологій вибілювання целюлози, оскільки, як відомо, використання для вибілювання целюлози молекулярного хлору супроводжується утворенням високотоксичних хлорорганічних сполук: хлорфенолів, діоксинів, фуранів [1]. Загальною тенденцією розвитку технологій вибілювання целюлози є розробка методів вибілювання без використання молекулярного хлору або повністю без хлормістких реагентів. Із літературних джерел відомо, що ефективну делігніфікацію невибілених волокнистих напівфабрикатів на перших стадіях вибілювання забезпечує пероксид водню [2, 3]. Слід також відмітити, що ефективність вибілюючої дії пероксиду водню значно підвищується при використанні хелатуючих реагентів (комплексоутворювачів), що зв'язують катіони перехідних металів (в основному Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+}) і тим самим, зменшують вміст мінеральних речовин у целюлозі. Тому у роботі досліджено вплив попередньої дії хелатуючого реагенту на вміст мінеральних речовин та якість вибілювання целюлози, одержаної натронним способом делігніфікації волокон льону. В якості хелатуючого реагенту використовували трилон Б, який суттєво підвищує ефективність пероксидного вибілювання у порівнянні з іншими хелатуючими реагентами, що було встановлено у попередніх дослідженнях [4].

У роботі використано лляну целюлозу після натронного варіння з наступними показниками якості: вміст залишкового лігніну – 1,54 %, вміст золи – 0,46 %, вміст сульфатної золи 0,57 % від маси абсолютно сухої сировини (а.с.с.). Хелатуючу обробку трилоном Б проводили за температури 50 °С, концентрації целюлозної маси 4 % впродовж 1 год за витрат трилону Б від 0,2 до 20 % від а.с.с. за рН =3. Пероксидне вибілювання проводили у дві стадії: з витратою пероксиду водню 5 % на першій стадії від маси а.с.с. та різною витратою пероксиду водню на другій стадії, за температури 85 °С, концентрації целюлозної маси 10 % з додаванням в масу для необхідного

створення рН гідроксиду натрію з витратою 2 % від маси а.с.с. впродовж години. Результати досліджень наведено у таблиці.

Таблиця - Вплив витрат трилону Б на показники ефективності вибілювання целюлози пероксидом водню, %

| Хелатуюча обробка | | | Пероксидне вибілювання | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------|--|-----------------------|-----------|---------------|
| Витрати трилону Б | Вміст сульфатної золи | Зольність | Витрати H ₂ O ₂ на другій стадії | Вміст сульфатної золи | Зольність | Вміст лігніну |
| 0,2 | 0,47 | 0,33 | 8 | 0,52 | 0,38 | 0,15 |
| 2 | 0,38 | 0,29 | 8 | 0,41 | 0,32 | 0,14 |
| 6 | 0,33 | 0,25 | 8 | 0,35 | 0,30 | 0,14 |
| 10 | 0,30 | 0,23 | 7 | 0,37 | 0,28 | 0,17 |
| 20 | 0,19 | 0,15 | 6 | 0,29 | 0,23 | 0,19 |

Як видно із даних таблиці, збільшення витрат трилону Б на стадії хелатування лляної целюлози призводить до закономірного зменшення вмісту сульфатної золи і мінеральних речовин у лляній целюлозі.

Використана література:

1.Непенин Н. Н. Технология целлюлозы: в 3 т. / Н. Н. Непенин, Ю. Н. Непенин. – М.: Экология, 1994. Т. 3: Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. – 1994. – 592 с.

2.Pazukhin, G. A.. Reagents for pulp bleaching. St.Petersburg, 2002. – 110 с;

3.Li Z., Court R., Velliveau M., Crowell M., Murphy R., Gibson A., Wajer M., Ni Y. Using magnesium hydroxide as the alkali source in peroxide bleaching at Irving. / Pulp & Paper Canada, 2005, - № 6, 24-27.

4.Barbash, V. A. Nagorna Y. M. Effect of pretreatment flax fibers for performance cellulose. / Eastern European journal of advanced technologies, 2012, 4/6 (70), 4-8.

ВОЛОГОМІЦНИЙ ЦЕЛЮЛОЗНИЙ ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ БАРОМЕМБРАННИМ МЕТОДОМ

магістранти Рябчук І.В., Семенюк А.В., Белінська О.О.

доц., к.т.н. Мовчанюк О.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Останнім часом технології з використанням мембран стали альтернативою традиційним методам очищення через компактність установок і простоту обслуговування. Для очищення рідин, у тому числі природних вод і промислових стоків, у промисловості розвинених країн широко використовуються баромембранні методи [1]. Основним недоліком більшості мембранних матеріалів є їх висока вартість. Тому розроблення нових, більш дешевих, матеріалів є дуже актуальним.

Значно знизити вартість фільтрувальних матеріалів можна шляхом їх виробництва папероробним способом із целюлози. Однак відомо, що целюлоза є гідрофільним природним полімером, тому фільтрувальний матеріал, що виготовлений з чистої целюлози садкого помолу, при контакті з водою практично повністю втрачає свою початкову механічну міцність [2]. А серед комплексу характеристик мембранних матеріалів для очищення води, що працюють в умовах підвищеного тиску, важливу роль відіграють показники механічної міцності саме у водному середовищі. Тому надання фільтрувальному матеріалу міцності у вологому стані є дуже важливою задачею.

Метою даної роботи було отримання вологоміцного фільтрувального матеріалу з целюлози для очищення води баромембранним методом.

Лабораторні зразки фільтрувального матеріалу масою 60 – 90 г/м² виготовлялися на листовідливному апараті ЛА-2. Композиція маси складалася з хвойної сульфатної вибіленої целюлози марки ХБ-5, синтетичного волокна (10 – 15 %) та клею на основі полівінілового спирту (5 – 50 %).

Механічна міцність зразків оцінювалася показником абсолютного опору продавлюванню, в середньому по двох боках, в сухому та вологому станах. Всі зразки мали достатню міцність у вологому стані, що дозволяло здійснювати процес очищення води при тиску до 10 атм без їх руйнування. Найкращі значення абсолютного опору продавлюванню у вологому (70 кПа) і в сухому стані (525 кПа) мали зразки, що виготовлялися з композиції целюлоза+клей LPM-10+синтетичне волокно, при витраті клею 50 %, а волокна 15 %. Необхідно зазначити, що за ГОСТ 12290 норма показника абсолютного опору продавливанню у вологому стані, наприклад, для картону марки КМФ масою не менше 900 г/м², що призначений для фільтрування таких агресивних рідин як шампанські та ігристі вина, виноматеріали і пиво, – не менше 30 кПа.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було отримано зразки фільтрувального матеріалу, механічні властивості яких дозволяють використовувати їх для баромембранного очищення води за тисків, що застосовуються для мікро- та ультрафільтраційних процесів.

Подальші дослідження планується проводити у напрямку стабілізації досягнутих показників механічної міцності фільтрувального матеріалу у вологому стані протягом тривалого часу.

Перелік посилань:

1. Гончарук В.В. Перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики, химии и биологии воды / В.В. Гончарук, А.В. Мамченко, Н.А. Клименко. – К.: Наукова думка, 2011. – 407 с.
2. Фляте Д.М. Свойства бумаги // Д.М. Фляте [текст]. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 456 с. : ил., табл. – 4000 экз. – Библиогр.: с. 433-448.

ОКИСНО-ОРГАНСОЛЬВЕНТНА ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ

магістрант Соколовська Н.В., к.т.н. Трембус І.В., к.х.н. Барбаш В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У зв'язку з швидким зростанням попиту на різноманітні види волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) для целюлозно-паперової промисловості (ЦПП), а також з гострим дефіцитом деревини, з якої вони в основному виробляються, для країн з невеликими ресурсами вільної деревини актуальною є проблема розширення сировинної бази галузі за рахунок використання однорічних рослин та відходів сільського господарства, зокрема пшеничної соломи.

З метою зниження навантаження на довкілля вченими розробляються альтернативні методи варіння: органосольвентні, гідротропні, відновлювальні та біотехнологічні. Серед них найбільш розробленими і впровадженими у виробництво є органосольвентні способи делігніфікації рослинної сировини. При органосольвентних варіннях широкого застосування набули окисно-органосольвентні способи делігніфікації. При застосуванні таких технологій, в якості делігніфікуючого реагенту найчастіше використовують оцтову та мурашину кислоти, які забезпечують високий вихід технічної целюлози за рахунок м'яких умов делігніфікації [1].

Метою даного дослідження було вивчення можливості одержання ВНФ окисно-органосольвентним способом варіння січки пшеничної соломи.

Для отримання ВНФ проводилося варіння пшеничної соломи розчином суміші мурашиної кислоти і пероксиду водню за температури 100°C, тривалості 70 хв. Гідромодуль варіння становив 10:1. З метою дослідження впливу розчинника на властивості одержаних ВНФ процес делігніфікації проводили за різного співвідношення $\text{HCOOH}:\text{H}_2\text{O}_2$, а саме від 20:80 до 85:15 об'ємних %. В результаті проведених досліджень було отримано ВНФ з виходом від 44,3 до 57,0 % та вмістом залишкового лігніну від 1,66 до 3,28 % від маси абс. сух. целюлози (рис. 1).

З даних, наведених на рис. 1, видно, що зі зростанням вмісту у варильному розчині мурашиної кислоти вихід одержаних ВНФ 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.

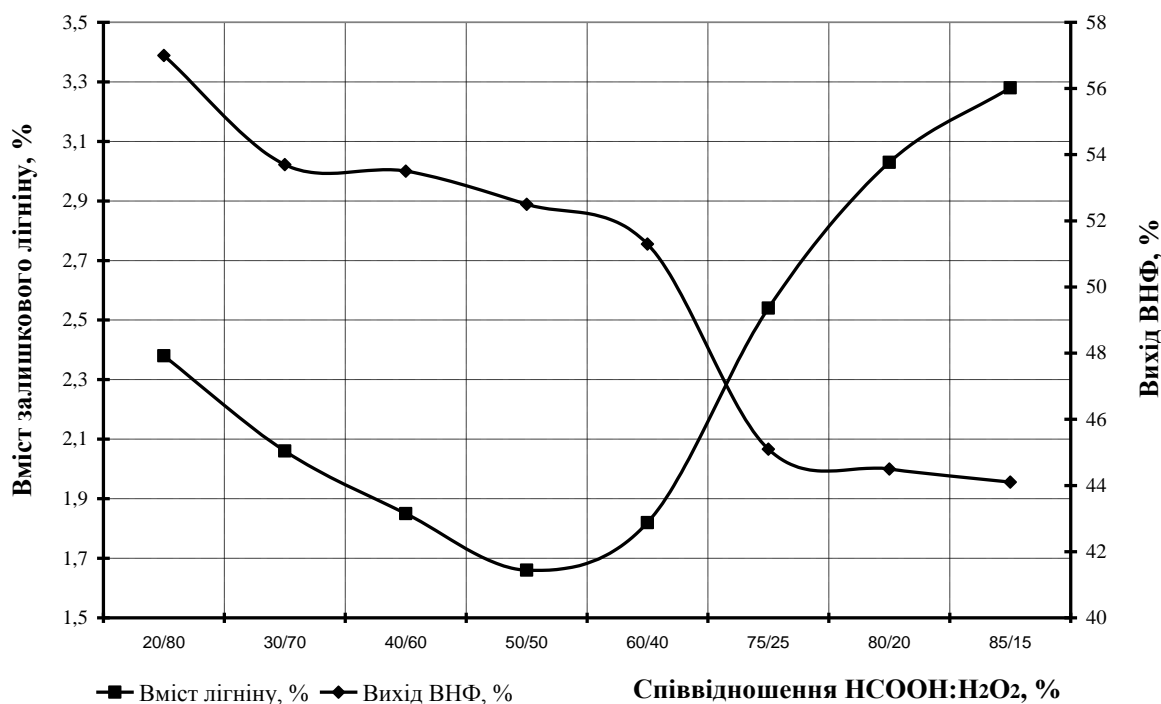


Рис 1 – Залежність показників якості солом'яних ВНФ від вмісту мурашиної кислоти у варильному розчині

Вміст залишкового лігніну зі зростанням вмісту мурашиної кислоти зменшується до певної межі, так як для органосольвентних варінь, які проходять в кислому середовищі характерні реакції міжмолекулярної і внутрішньомолекулярної конденсації лігніну.

Особливо ці реакції характерні при використанні для процесу делігніфікації мурашиної кислоти, яка має кислотність на порядок вищу, а ніж оцтова. Тому при збільшенні концентрації мурашиної кислоти у варильному розчині більше 50 % спостерігається збільшення вмісту залишкового лігніну від 1,7 до 3,3 % від маси абс. сух. целюлози. Тому проведення процесу окисно-органосольвентного варіння січки пшеничної соломи доцільно проводити за співвідношення НСООН:Н₂О₂ = 50:50 об'ємних %

Перелік посилань:

1. 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.

ПЕРОЦТОВЕ ВАРІННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ

аспірантка Яценко О. В., к. х. н. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Виробництво целюлози для подальшої її хімічної переробки має важливе значення для багатьох галузей народного господарства. У світовій целюлозно-паперовій промисловості для одержання целюлози використовують переважно сульфатний і сульфітний способи, які призводять до забруднення навколишнього середовища шкідливими сірковмісними речовинами. Екологічно більш чистими є органосольвентні способи делігніфікації рослинної сировини, до числа яких відноситься варіння розчинами пероцтової кислоти [1].

Основним джерелом для одержання целюлози залишається деревина хвойних і листяних порід, яка має тривалий процес відновлення. Для країн, які мають незначні запаси вільної деревини, актуальним залишається пошук альтернативних джерел сировини для отримання целюлози. В якості таких джерел розглядаються різні представники недеревної рослинної сировини: солома злакових культур (пшенична, житня, рисова солома), стебла і волокна технічних рослин (льону, конопель, кенафу). Як перспективну сільськогосподарську сировину для одержання целюлози можна розглядати волокна льону, целюлоза з якої може конкурувати з більш дорогими бавовняною та хвойною целюлозами [2].

Тому отримання целюлози для хімічної переробки екологічно більш чистими способами є актуальною задачею для підприємств целюлозно-паперової промисловості.

Мета роботи полягала у отриманні пероцтової целюлози із волокон льону для подальшої її хімічної переробки.

Для дослідження використовували волокна льону з Черкаської області з вмістом залишкового лігніну 4,9 % і мінеральних речовин 1,4 %.

З метою видалення жировоскової фракції з рослинної сировини в роботі проведено екстракцію подрібнених волокон льону спирто-бензольною сумішшю. Варіння проектрагованої сировини здійснювали в скляних колбах на водяній бані за температури 95 °С варильним розчином із суміші 35 % пероксиду водню і 30% оцтової кислоти у співвідношенні об'ємів 1:1. Для порівняння ефективності дії каталізатору процесу делігніфікації проведено ряд варінь з використанням вольфрамату натрію, який додавали в кількості 2% від абс. сух. сировини. Гідромодуль варіння становив 15:1.

Показники якості отриманих волокнистих напівфабрикаті наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Показники якості пероцтової льняної целюлози

| № досліджу | Тривалість варіння, год | Вихід, % від а.с.с. | Залишковий лігнін, % від а.с.с. | Зольність, % від а.с.с. |
|------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | 3 | 75,8 | 0,71 | 0,14 |
| 2 | 4 | 71,4 | 0,87 | 0,16 |
| 3 | 3* | 80,4 | 0,30 | 0,18 |
| 4 | 4* | 80,0 | 0,42 | 0,12 |

*– варіння з каталізатором.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що пероцтові варіння волокон льону дозволяють отримати целюлозу з низьким вмістом лігніну і мінеральних речовин, яка може використовуватися для подальшої хімічної переробки.

Використана література:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфітної та органосольвентної целюлози. Навч. посібник.- Київ: ЕКМО, 2009 .- 280 с.
2. Барбаш В. А. Вплив стадій обробки волокон луб'яних культур на показники мікрокристалічної целюлози / В. А. Барбаш, Ю. М. Нагорна. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2014. – №2. – С. 117–120.

ВИКОРИСТАННЯ АНТРАХІНОНУ В ПРОЦЕСІ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

студенти Затірка М.Є., Васюха І.Б., Галанін Д.С.,
магістрант Янюк О. О., доц. к.т.н. Черьопкіна Р. І.
НТУУ «КПІ»

Висока вартість целюлози і тенденція до погіршення якості макулатури потребують створення власної сировинної бази для вітчизняних підприємств целюлозно-паперової галузі.

В багатьох країнах світу з успіхом реалізується ідея використання альтернативної сировини для виробництва паперу і картону, а саме відходів сільського господарства. Зокрема стебла соняшнику, які є відходами, за останніми дослідженнями являють собою повноцінну целюлозомістку сировину для хімічного перероблення на волокнисті напівфабрикати.

За даними Міністерства аграрної політики 2013 року соняшником на зерно було засіяно більше ніж 4833 тис. га. Стебла соняшнику частково подрібнюють і розкидають на полях із наступним заорюванням. Використання стебел соняшнику, як і інших відходів сільського господарства, для отримання первинного волокна дозволить підвищити рентабельність вирощування культури. Залежно від вибраної технології делігніфікації, волокнисті напівфабрикати однорічних рослин придатні для застосування в композиції різноманітних видів паперу та картону, що підвищить споживання картону та паперу українцями до середньосвітового рівня [1].

Останнім часом з'явилося багато публікацій присвячених хоч і дороговартісному, але дієвому каталізатору антрахінону (АХ), який використовується за лужних варінь. Дослідженнями показано, що додавання антрахінону в кількості 0,035 від маси а.с. сировини підвищує вихід волокнистих напівфабрикатів від 0,7 до 1,8 %, а білість - на 1-2 % за однакового ступеня делігніфікації [2, 4].

Метою дослідження є дослідження впливу додавання каталізатору АХ на показники якості отриманих напівфабрикатів у слабо лужному середовищі за рН вихідного розчину 9,5-10 та зниженого вмісту загального SO₂, порівняно з відпрацьованим режимом для цієї сировини [3].

Для дослідження використовувалися стебла соняшнику без серцевини, хімічний склад яких було раніше проаналізовано та досліджено [4]. Варильний розчин готували концентрацією загального SO₂ 20, 25 та 30 г/дм³ із використанням моносольфіту натрію в якості основного реагенту та гідрооксиду натрію – в якості буферу, для зв'язування органічних кислот, що утворюються в ході хімічних перетворень між компонентами сировини та моносольфітного розчину. Тривалість варіння в усіх випадках становила 150 хвилин.

Результати досліджень наведено в табл. 1

| | | | | | | |
|--|---------|--|--|--|--|----------------------------|
| | Концент | | | | | Фізико-механічні показники |
|--|---------|--|--|--|--|----------------------------|

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

| Сировина | рація варильного розчину по SO ₂ , г/л | Залишковий вміст SO ₂ , г/л | Каталізатор, % | Вихід, % | Лігнін, % | Розривна довжина, м | Міцність на злом під час багаторазових перегинів, к.п.п | Опір роздиранню, мН |
|----------|---|--|----------------|----------|-----------|---------------------|---|---------------------|
| Соняшник | 20 | 1,2 | АХ | 48,6 | 9,4 | 5240 | 84 | 123 |
| | | 2,0 | - | 49,6 | 10,7 | 8387 | 114 | 108 |
| Соняшник | 25 | 4,2 | АХ | 48,2 | 8,2 | 7568 | 621 | 103 |
| | | 6,4 | - | 47,6 | 9,7 | 7534 | 759 | 94 |
| Соняшник | 30 | 8,9 | АХ | 40,9 | 4,7 | 10840 | 822 | 151 |
| | | 11,7 | - | 44,2 | 5,3 | 8533 | 781 | 100 |

У випадку використання каталізатора антрахінону спостерігається підвищення виходу до 2%, зниження лігніну від 1,5 до 4% та підвищення механічних показників, які знаходяться на рівні листяних порід деревини. Отриманні в результаті нейтрально-сульфітного варіння ВНФ легко розмелюються за 8 хв до 60 °ШР, що пояснюється наявністю у напівфабрикатах великої кількості пентозанів, які набухаючи, полегшують дефібриляцію.

Залишковий вміст SO₂ у відпрацьованих щолоках з концентрацією всього SO₂ 20 та 25 г/дм³ майже повністю витрачається на хімічні реакції, а за витрати 30 г/дм³ – залишається біля третини загального SO₂. Тобто використання варильного розчину зі зниженим вмістом SO₂ для варіння стебел соняшнику є обмеженим, оскільки можлива подальша деструкція вуглеводної частини із-за нестачі основного варильного агента.

Використання каталізатора АХ у нейтрально-сульфітному розчині за рН = 9,5...10,5 покращує процес делігніфікації та позитивно впливає на показники якості отриманих волокнистих напівфабрикатів.

Перелік посилань:

1. http://gazeta.dt.ua/ECONOMICS/cpromozhna_navit_prigorscha_solomi_zigrati_v_doli_virishalnu_rol.html
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Том 1(Часть 2). С.- Петербург: Политехника, 2003. – 633 с.; 30 см., ил.; - На обл. автор. не указаны. – 1000 экз. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-7325-0708-6.
3. Пат. на корисну модель. Спосіб отримання целюлози з недеревної сировини. Черьопкіна Р.І., ШевченкоЮ.Ф., Гріщенко Л.П. Реєстраційний номер заявки № u 2011 00750, D 21С3/00. . – Опубл. 24.01.2011.
4. Черёпкина Р.И., Шевченко Ю,Ф. Нейтрально-сульфитный способ переработки отходов сельского хозяйства. Збірка тез XIII Міжнародної науково-практичної студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство» 19-23 травня 2010 р., м. Київ. – С.346–347.

Застосування мацерації для недеревної сировини

магістрант Греськів Н.Я., спеціалісти Осадча О. В.,

магістрант Греськів Н.Я., доц. к.т.н. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Технічну целюлозу для виготовлення різних видів паперу та картону отримують в процесі варіння, що передбачає обробку сировини розчином хімічних реагентів за підвищеного тиску та температури. Процес варіння зводиться до виділення із сировини лігніну, смол, жирів, восків та інших екстрактивних речовин, які містяться в рослинній тканині. Оскільки лігнін відносять до не бажаних компонентів, тому процес інакше називають делігніфікацією.

Лігнін міжклітинної речовини в процесі делігніфікації розчиняється не повністю. Волокна з'єднані між собою настільки міцно, що для їх розділення і перетворення у волокнисту масу необхідно застосовувати додатково механічну дію. Із зменшенням кількості залишкового лігніну в отриманому напівфабрикаті, якість целюлози підвищується.

Застосування наявних промислових методів, які базуються на здатності лігніну до розчинення під дією хімічних реагентів не можуть повністю задовольняти якісні показники напівфабрикатів та екологічні фактори. Всі методи, що нині використовуються вважаються екологічно несприятливими із-за шкідливого впливу на навколишнє середовище та людей, труднощів на очисних спорудах.

Метою роботи необхідно вважати дослідження модифікованих способів перероблення недеревної сировини, наприклад, делігніфікація у дві стадії із застосуванням на першій із них мацерації.

Обговорення результатів

Для дослідження використовували солону пшениці, стебла ріпаку та сої, жом цукрового буряку. Визначення хімічного складу рослинної сировини

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

показало приблизно однаковий вміст у них вуглеводної частини, лігніну та підвищену зольність від 4% до 8%. У жомі вміст лігніну знаходився в межах 7 - 9%, целюлози – до 32%, а зольність до 4%. Відомо, що підвищена зольність недеревної сировини негативно впливає на якість отриманих напівфабрикатів, тому для її розчинення використовують лужні розчини. Оброблення сировини розчинами лугом перед власне варінням називають мацерацією, яку проводять в окремому обладнанні.

Січка розміром 3 - 5 мм піддається обробці лугом за температури до 100°C і концентрації лугу 20 та 30 г/дм³ протягом 30 хв залежності від температури, за ГМ 7:1. Після обробки просочена січка подається на сітку для стікання надлишку щолоку, який після укріплення світлим щолоком повертається на просочення січки і стадію мацерації. В просочену січку додають гарячу воду проводять подальшу делігніфікацію за температури приблизно 95°C протягом 2 год. 30 хв

Після варіння у волокнистій масі визначали вихід, залишковий вміст лігніну, зольність, фізико-механічні показники розмеленої до 60°ШР маси.

Застосування процесу мацерації та подальшої делігніфікації за низької температури для різних видів сировини проявило себе по різному. Із соломи отримано достатньо делігніфікований напівфабрикат у вигляді целюлози підвищеного виходу і зменшенням зольності у 6 разів. Щодо ріпаку і сої, то суттєвого впливу мацерації не помічено, оскільки зольність знизилася до 15%, а після варіння вміст лігніну знизився лише на 3 -5%. Дослідження жому за таких умов не дали однозначних закономірностей і тому потребують окремого детального вивчення.

Перелік посилань

1. П. Лендшел, Ш. Морваи. Химия и технология целлюлозного производства. Превод с нем. Ф.Б. Дубровинской под ред. А.Ф. Тищенко. – М.: Леснаяпром-сть., 1978. – 544 с.

2. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Том 1(Часть 2). С.-Петербург: Политехника, 2003. – 633 с.

УДК 676

ВПЛИВ КОМПОЗИЦІЇ ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Задніпрянець Ю. М. магістрант, Антоненко Л. П. к.т.н. доцент,

Плосконос В. Г. к.т.н. доцент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Нині важко знайти галузь промисловості, де прямо чи опосередковано не використовують синтетичні матеріали. Такі матеріали мають низку істотних переваг, порівняно із класичними композиціями паперу, а саме: стійкість до агресивних середовищ, стійкість до радіації, низький ступінь деформації, біостійкість і таке інше.

Об'єктом дослідження є вплив композиції фільтрувального матеріалу на фізико-механічні показники останнього.

Метою роботи є розроблення математичних моделей отримання фільтрувального матеріалу різної композиції для дослідження властивостей цього матеріалу.

Для вирішення такого плану задачі необхідно дотримуватися певної послідовності, але особливу увагу слід надати можливості моделювання, що обов'язково поєднується із певної методологією вирішення задач.

На першому етапі цього дослідження в лабораторних умовах були виготовлені відливки фільтрувального матеріалу масою $1 \text{ м}^2 - 500 \text{ г}$ з різною композицією.

Аналіз експериментальних даних показує, що кожен із факторів, що входять до матриці експерименту, змінюються в максимально допустимому діапазоні, а саме: вміст целюлозного волокна $0 - 50 \%$ (X_1), вміст каолінового волокна $25 - 50 \%$ (X_2), вміст лавсанового волокна $25 - 50 \%$ (X_3).

Такий підхід дає можливість на етапі постановки експерименту одержати максимально можливий об'єм інформації про досліджувані

властивості отриманих зразків, який в подальшому буде використано під час створення відповідних математичних залежностей.

Другий етап полягає у розробці математичних моделей. Як відомо результати експериментальних досліджень є інформаційним макетом об'єкта, що досліджується, тоді математичні моделі – це стисла інформація про вплив, який мають початкові фактори на параметр оптимізації. На цьому етапі використовують методологію синтезу математичних моделей з використанням методу групового урахування аргументів.

У відповідності з масивом експериментальних даних, що були отримані у лабораторних умовах, в роботі створено математичний опис:

а) математична модель за показником щільності, (г/см³) має такий вигляд:

$$Y_1 = 53,56 \cdot 10^{-3} + 1,86 \cdot 10^{-9} \cdot X_1^4 - 6,13 \cdot 10^{-5} \cdot X_1$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 1,57 %.

б) математична модель за показником опору роздиранню, (мН) має такий вигляд:

$$Y_2 = 70,13 \cdot 10^{-2} \cdot X_1 \cdot X_2 - 53,59 + 5,4 \cdot X_1 \sin(X_2) - 137,28 \cdot \sin(X_2) \cdot \cos(X_2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 4,47 %.

в) математична модель за показником розривної довжини, (м) має такий вигляд:

$$Y_3 = 93,42 \cdot 10^{-3} \cdot X_2 \cdot X_3 - 2410,11 + 83,53 \cdot 10^{-2} \cdot X_2^2 + 77,25 \cdot X_1$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 5,52 %.

г) математична модель за показником відносного видовження під час розтягування, (%) має такий вигляд:

$$Y_4 = 340,61 - 5,44 \cdot 10^{-5} \cdot X_3^3 \cdot X_2 - 10,24 \cdot 10^{-5} \cdot X_2^2 \cdot X_1^2 - 61,87 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2^2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 4,67 %.

Таким чином, згідно розробленої математичної моделі найкращою композицією фільтрувального матеріалу є: 20 % – целюлозного волокна, 40 % – каолінового волокна і 40 % – лавсанового волокна.

СЕКЦІЯ 6

"ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ"

ЛІКУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОПІНАМБУРУ

Баклан І.О., аспірант, Жеплінська М.М., к.т.н., доцент,

Бессараб О.С., к.т.н, професор

Національний університет харчових технологій

Вже давно доведено благотворний вплив топінамбура на організм людини. Але для того, щоб домогтися гарних результатів, необхідно з'їдати в день кілька кілограмів цієї рослини, але таке дозування неприйнятне. В такому випадку біологічно активна добавка (БАД) - це головний рятівник. У БАДах в концентрованому стані міститься екстракт топінамбура, а також вітаміни, що допомагають йому краще засвоюватися в організмі людини.

БАДи з топінамбуром покращують обмін речовин на всіх рівнях і біохімічні показники крові, мають імуномодулюючу дію. Прийом БАДів підвищує фізичну активність і настрій людини, відзначається підвищення апетиту. Крім цього, відзначалися випадки боротьби з депресіями і стресами. Топінамбур допомагає боротися з інтоксикацією організму різними шкідливими речовинами, пов'язуючи і виводячи їх з нього. Також його активні речовини зв'язують вільні радикали, не дозволяючи їм впливати на клітини тіла, руйнуючи їх [1].

Для збагачення раціону харчування перспективним є використання топінамбура, як сировини для розширення асортименту профілактичних, дієтичних харчових продуктів і лікувальних препаратів, що містять інулін. Розширення асортименту і специфіка виробництва багатьох продуктів значно краще узгоджується з використанням сухого екстракту топінамбура, який набагато зручніший для зберігання і транспортування. Топінамбур відрізняється від інших овочів підвищеним вмістом білку і великою кількістю природного аналога інсуліну – інуліну, який легко засвоюється організмом. Гідроліз цієї речовини призводить до утворення фруктози, корисної для діабетиків [2].

Великої уваги заслуговує технологія одержання розчинного порошку з топінамбура. Порошок з бульб є чудовою біологічною добавкою в багатьох харчових продуктах. Додавання його в хлібобулочні, м'ясні і молочні продукти, перші та другі страви значно посилює їх поживну та біологічну цінність, знижує їх глікемічний індекс і калорійність [2].

Для проведення дослідження використовували топінамбур сорту «Київський білий». Екстрагування проводилось на лабораторній установці під вакуумом, що дозволило знизити температуру екстрагування до 60 – 70°C. Це дозволяє проводити процес більш інтенсивно, без доступу кисню, а також при нижчих температурах, що в свою чергу забезпечує максимальне збереження цінних для нас екстрактивних речовин.

Температура екстрагування 60 °С влаштовує, але так як колір екстракту дуже темний, проводився ще один вид попередньої обробки бульб топінамбура – бланшування.

Найоптимальнішим варіантом для виготовлення порошку з топінамбуру є використання екстракту з топінамбуру концентрацією 30 %, оскільки порошок має однорідну, дрібнодисперсну мікроструктуру. Порошок можна використовувати як збагачувач та структуроутворювач в різних видах харчових продуктів.

Порошок призначений для реалізації споживачам в торгівельній мережі, в закладах ресторанного господарства та туризму, в цехах кулінарної продукції, супермаркетах та в різних підприємствах харчової промисловості. Їх рекомендується також використовувати при виготовленні різних продуктів масового та дієтичного харчування в санаторіях та профілакторіях, шкільних їдальнях та дитячих садках, у харчуванні спортсменів для збагачення інуліном, пектиновими, фенольними, дубильними речовинами, L-аскорбіною кислотою та іншими речовинами.

Список використаної літератури:

1. Бобровник, Л.Г., Лезенко Г.А. Углеводы в пищевой промышленности. – К.: Урожай, 1991.
2. Купин Г.А. Исследование гидролиза инулина в соке топинамбура //Пищ. технология. – 2002. – № 5–6.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОСВІТЛЕННЯ ЕКСТРАКТУ З ТОПІНАМБУРУ

Бендерська О.В., магістрантка, Жеплінська М.М., к.т.н., доцент,

Бессараб О.С., к.т.н., професор, Копиленко А.В., к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій

Основним завданням, що стоїть перед галузями харчової промисловості є забезпечення населення продуктами харчування високої якості, широкого асортименту, підвищеної біологічної цінності. Необхідність якісного і кількісного розширення продуктів профілактичного і дієтичного харчування значною мірою визначається збільшенням рівня захворювань атеросклерозом, цукровим діабетом, та іншими хворобами, що пов'язані з порушенням обміну речовин в організмі людини. Цукровий діабет у зв'язку з важкими інвалідуючими наслідками і смертністю від судинних ускладнень у наш час перетворився в медико-соціальну проблему. Для успішного лікування хворих на цукровий діабет одною з важливіших умов є раціональне дієтичне харчування, це особливо важливо для хворих дітей. У зв'язку з цим пошук нових нетрадиційних продуктів харчування для життєзабезпечення хворих стає важливою державною проблемою.

Одним з джерел сировини для розширення асортименту профілактичних, дієтичних продуктів харчування і лікувальних препаратів може бути топінамбур та продукти, що виготовлені з нього. Унікальний хімічний склад, значна кількість інуліну, фруктанів і фруктози, наявність багатого вітамінного і мінерального складу відкриває великі перспективи використання топінамбуру у харчовій і фармацевтичній промисловості.

Мета роботи полягала у вивченні хімічного складу топінамбуру двох сортів та можливості очищення його соку за допомогою вапняного молока.

Головними матеріалами в процесі дослідження були клубні топінамбуру таких сортів, як "Находка" та "Київський Білий", екстракт із клубнів топінамбуру та розчини вапняного молока.

Фізико-хімічні властивості тканини клубнів і концентрату з топінамбуру і їх хімічний склад визначали за допомогою таких методів: вміст сухих речовин – рефрактометричним методом; вміст органічних кислот – методом потенціометричного титрування; інтенсивність утворення забарвлюючих речовин та їх видалення – фотоколориметричним методом на КФК, густину вапняного молока пікнометричним методом.

В процесі роботи було проведено науково обґрунтований вибір сировини, в результаті якого для подальших досліджень було обрано клубні топінамбуру сорту "Київський Білий", підібрано методи та методики дослідження, підібрано обладнання для переробки коренеплодів та ефективний метод очищення матеріалів з коренеплодів топінамбуру вапняним молоком.

В лабораторних умовах проведені дослідження із визначення кількості необхідного вапняного молока, яке додавалось до соку топінамбуру. Отримано оптимальні параметри освітлення екстракту з топінамбуру. При різних режимах екстрагування визначено вміст інуліну в екстракті.

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Завдяки наявності інуліну в складі та інших складних вуглеводів, білку, пектину, вітаміни, цінні макро- і мікроелементи продукти з топінамбуру рекомендується застосовувати для людей хворих на цукровий діабет.
2. Проаналізовані результати підтверджують доцільність використання вапняного молока при переробці топінамбуру для вилучення з соку високомолекулярних сполук, в першу чергу білку та пектинових речовин.
3. Додавання вапняного молока в кількості 2-3 % дозволяє отримати оптимальні параметри для освітлення екстракту топінамбуру для подальшого застосування його при випарюванні і сушінні та отриманні розчинного порошку.

Список використаної літератури:

1. Архипов В. Поживні цінності топінамбура/ В.Архипов, Т.Іванікова// Харчова і переробна промисловість.- К., 2006.- С. 26.

Коптильний пересувний пристрій

студент Клименко Є.О., ст.викл. Копиленко А.В.

Національний університет харчових технологій

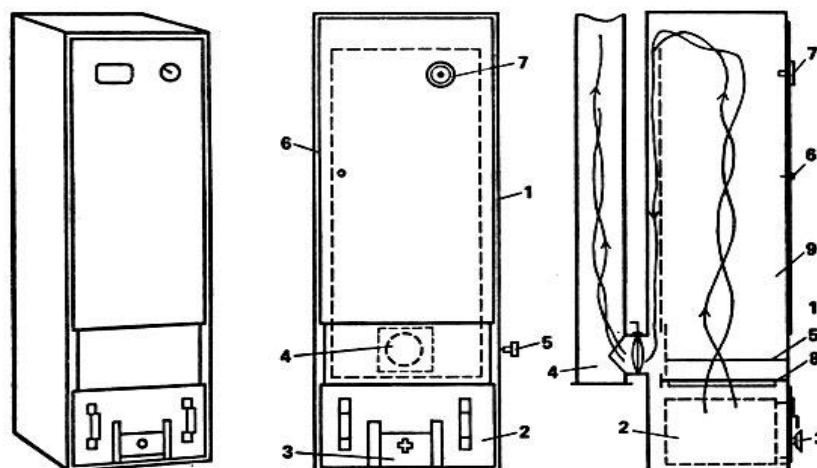
Для напівпромислового копчення необхідні коптильні установки великих розмірів, запропоновані в двох варіантах. Вони майже не мають відмінностей з точки зору технології копчення. Відмінності полягають у можливостях монтажу. Зазвичай це пересувні, що поставляються в готовому вигляді коптильні шафи та стаціонарні коптильні камери. Встановлювати коптильні пристрої доцільно відповідним чином в оснащених закритих приміщеннях. Для проведення таких монтажних робіт необхідно мати особливий дозвіл. Переваги установки коптильних пристроїв в закритих приміщеннях полягають у тому, що вони стають незалежні від погодних факторів, таких, як, холод, спека, сонячна радіація, сильний вітер, гроза, перешкоджають нормальному процесу копчення і негативно позначаються на якості продукції.

На одностайну, компетентному думку, копчення в шафах і камерах, за умови правильної експлуатації, гарантує отримання високоякісних продуктів. Крім того, ці установки в порівнянні з компактними пристроями набагато ширшими і дозволяють точніше регулювати температуру і димоутворення.

Готові до експлуатації коптильні шафи різних конструкцій виготовляють численні металообробні фірми. Ці шафи використовуються також для копчення м'ясних і ковбасних виробів.

Фірма TRIA-GmbH u. Co. KG поставляє компактний пристрій для копчення риб "Smoky" (37 X 36 X 105 см) в комплекті з проміжним тубусом (35,5 X 35 X 50 см). Пристрій можна самостійно зібрати й розібрати, користуючись доданою інструкцією з монтажу та експлуатації. Пристрій важить 15 кг і легко транспортується. Інші моделі цієї фірми мають невеликі розміри. Всі ці шафи безпечні в експлуатації, так як димогенератор розміщений позаду шафи. Коптильний шкаф Jost типу RS3 має такі характеристики: розміри 59X44X X 165 см, ємність на 100 форелей, маса 90 кг, діаметр патрубку для димової труби 13 см.

У цьому димогенератора регулюється подача повітря в зону димоутворення, що забезпечує спалювання оптимальної кількості тирси і тим самим сприятливу температуру в коптильні шафі. Крім того, в шафі є піддон, що перешкоджає стіканню жиру, завдяки чому виключається можливість виникнення пожежі всередині шафи.



1 – корпус; 2 – ящик для палива; 3 – повітряна заслінка; 4 – димовідвід; 5 – шибер; 6 – завантажувальна дверцята з азбестовим шнуром, прокладеним по периметру; 7 – стрілочний термометр; 8 – піддон з листового металу для зборки стікає з риби рідини; 9 – коптильна камера.

Рисунок – 1 Коптильний шкаф Jost

Фірма Beelonia пропонує 5 типів печей місткістю на 18 - 20, 35 - 40, 120 - 130, 200 - 20 і 260 - 280 порційних форелей. Всі 5 типів виконані з високоякісної сталі. Як джерело нагрівання використовується деревина, газ та електрику. Три найбільших вида печей забезпечені димогенератором. Крім того, фірма виготовляє коптильні шафи розмірами 80 X 100 X 200 см з візком на 260 - 280 порційних форелей. Програма поставок фірми КМА включає коптильні пристрої і шафи для монтування в кам'яну кладку, а також корпусні камери з високоякісної сталі, призначені для різних промислових підприємств - від дрібних до великих. У автоматичні системи регулювання фірми КМА входять як недорога одно програмні система регулювання, так і потужна мікропроцесорна система регулювання, яка дозволяє поєднати програму або запам'ятовувати їх для подальшого виклику.

Фірма Maurer u. Söhne поставляє коптильні установки замовляються габаритів з прямим і непрямим обігрівом.

Користуючись цими установками, слід звернути увагу на наявність вентиляції. Відповідно до протипожежних вимог коптильних пристроїв, монтовані безпосередньо на дерев'яному або пластмасовій підлозі, слід встановлювати на спеціальні підлогові сталеві листи.

Література:

1. <http://ribovodstvo.com/books/item/f00/s00/z00002/st026.shtml>
2. <http://www.freepm.ru/Models/74768>
3. <http://catalog.onliner.by/grill/forester/forc823>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ОТРИМАННІ СУШЕНОЇ КАРТОПЛІ РІЗНИМИ СПОСОБАМИ

аспірант Писарев М.Г., к.т.н., доц. Г.М.Бандуренко,

к.т.н., доц. Дубковецький І.В., доц. Копиленко А.В.

Національний університет харчових технологій.

За останні роки актуальним питанням стало впровадження сучасних енергозберігаючих технологій в усіх галузях харчової промисловості. Ця гостра потреба продиктована суворими реаліями життя, коли більшість підприємств змушена боротися за своє виживання і місце на ринку. Особлива увага приділяється технологіям з мінімальною кількістю затрат на виробництво та переробку відходів, забезпечуючи тим самим додаткові позитивні переваги у сфері економічної доцільності та охорони навколишнього середовища.

Це питання постає також і в технологіях сушених харчових напівфабрикатів, виробництво яких, у світлі останніх подій, набуває все більшого значення. Серед попиту на сушені овочі найбільш затребуваною є сушена картопля, яку використовують у приготуванні перших і других страв. Проблеми енергозбереження й інтенсифікації технологій сушеної картоплі постали досить гостро, а задачі підвищення якості та рентабельності є найважливішими задачами [1,2].

Метою роботи було порівняння енерговитрат та якісних показників сушеної картоплі, отриманої різними способами.

На експериментальній сушильній установці нами були досліджені швидкість сушіння, витрати енергії і зміни якості картоплі при конвективному, терморадіаційному і НВЧ способах сушіння. Картоплю розміщували товщиною 8 мм на сітчастому піддоні, який вставляли в сушильну камеру. При конвективному способі сушіння підведення теплоти здійснювали від зовнішнього ТЕНу потужністю 1 квт, з швидкістю руху теплоносія 6 м/с. При дослідженні терморадіаційного способу сушіння застосовували одностороннє інфрачервоне (ІЧ) нагрівання. Як генератори ІЧ-

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

випромінювання було використано трубчаті електричні нагрівачі (ТЕНи) з довжиною хвиль 2,0...4,0 мкм. Прогрівання ТЕНів здійснювалось при величині опроміненості (E) 8 кВт/м², а відстань від інфрачервоних ТЕНів до продукту становила 15 см. Регулювання величини E під час сушіння здійснювали з допомогою датчика температури з кроком варіювання $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Сушіння в НВЧ-полі проводили при густині теплового потоку 300 Вт/см².

Нами було досліджено витрати електроенергії при сушінні картоплі запропонованими способами. Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати наступне. При сушінні пластинок картоплі мікрохвильовим способом процес був найкоротшим (17 хвилин), але потребував великих витрат енергії (понад 8,5 кВт·год). Найменші витрати енергії (3 кВт·год на 1 кг) спостерігались при застосуванні терморадіаційного способу сушіння пластинок, що пояснюється їх малою товщиною і вільним вивільненням вологи. При сушінні пластинок конвективним способом тривалість процесу збільшувалась у 1,5 рази, і складала 120 хвилин, що привело до відповідного збільшення енерговитрат. Подібні залежності відслідковувались при сушінні брусочків та кубиків картоплі.

Аналізуючи отримані дані можна стверджувати про те, що кожен спосіб сушіння картоплі має свої переваги і свої недоліки. З однієї сторони це – можливість інтенсифікації процесу при умові високої якості продукції, а з іншої – високі енерговитрати. З цієї точки зору жоден спосіб сушіння картоплі не може бути рекомендований як оптимальний. На підставі проведених досліджень можна зробити висновок щодо великої перспективності комбінованих методів сушіння – терморадіаційного і конвективного або СВЧ і конвективного, які необхідно вивчати і удосконалювати.

Література:

1. Атаназевич, В.И. Сушка пищевых продуктов / Справочное пособие. -М.: ДеЛи, 2000.-296 с.
2. Effect of mode of drying on microstructure of potato / Lewicki Piotr P., Pawlak Grzegorz // Drying Technol. - 2005. - 23, № 4. - С. 847-869. - Англ.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

| | |
|---|----|
| Моделювання процесу утворення мінерально-органічних речовин на базі соняшникового попелу | |
| Степанюк А.Р., Борисенко Є.Ю. | 5 |
| Підвищення ефективності псевдозрідження при застосуванні газорозподільного пристрою щілинного типу | |
| Корнієнко Я.М., Гайдай С.С., Мартинюк О.В., Любека А. М. | 7 |
| Дослідження процесу охолодження частинок спученого сіоліту | |
| Гапонюк М. М., Собченко В. В. | 10 |
| Процес гранулоутворення гуміново-органомінеральних добрив | |
| Любека А.М., Корнієнко Я.М., Гайдай С.С., Сачок Р.В. | 12 |
| Порівняння каскадної дисково-шестеренної і дисково-черв'ячної екструзії | |
| Мітусов Р.О., Швед М.П., Швед Д.М. | 15 |
| Математична модель процесу випарювання одиничної гранули сульфату амонію з органічними домішками | |
| Слободянюк К.С., Степанюк А.Р. | 17 |
| Переваги черв'ячно-шестеренного екструдера при переробці полімерних матеріалів | |
| Степанюк Д.А., Швед М.П., Швед Д.М. | 19 |
| Порівняльна характеристика результатів дослідження пластового флюїду орховицького газонафтового родовища та новотроїцького газонафтового родовища | |
| Тишко Ю.А. | 21 |
| Вплив миттєвого скидання тиску на водневий показник води і водних систем | |
| Шурчкова Ю.О., Коник А.В. | 23 |

| | |
|---|----|
| Лінія для виробництва полімерних труб на базі каскадного дисково – шестеренного екструдера Воробей Н.Г., Швед М.П., Швед Д.М. | 25 |
| Обґрунтування процесу інфрачервоного сушіння термолабільних матеріалів Демчук Д.Ю., Корінчук Д.М. | 27 |
| Закономірності утворення органо-мінерально-гумінових добрив Куріньовський О. В., Корнієнко Я. М., Сачок Р. В., Гайдай С. С., Мартинюк О. В., Любека А.М. | 29 |
| Регенерація очисних властивостей рулонованих мембран методом імпульсного вакуумування Лялька М. О., Корнієнко Я.М., Гулієнко С.В. | 32 |
| Сучасні конструкції роторно-пульсаційних апаратів Лялька Г.О., Семінський О.О. | 34 |
| Удосконалення віброекструзійного формування фібробетонних виробів Мартиненко Я.М., Андреев І.А. | 36 |
| Переваги застосування органо-мінеральних гумінових добрив в присутності костяної муки Марушевський С.О., Степанюк А.Р. | 38 |
| Дослідження процесу зневоднення термолабільних матеріалів у термонасосній сушарці з додатковим інфрачервоним підігрівом Снежкін Ю.Ф., Дабіжа Н.О., Муляр В.П. | 40 |
| Процес високошвидкісної каскадної дисково-шестеренної екструзії Овчарук І.І., Швед М.П., Швед Д.М. | 42 |
| Фізична модель процесу екструзії труб діаметром більше 560 мм Двойнос Я. Г., Олексієвець В. Ф. | 44 |
| Дослідження гідродинаміки та теплообміну в роторно-плівковому апараті Поліщук М.О., Зубрій О.Г. | 46 |
| Дослідження процесу створення ретурну при виробництві органо-мінеральних гумінових добрив в присутності органічних і мінеральних домішок Попович А.Г., Степанюк А.Р. | 48 |

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

| | |
|---|----|
| Дослідження гідродинаміки у роторно-плівковому апараті | |
| Бірюк Д. О., Зубрій О.Г. | 51 |
| Дослідження термооборки в інертному псевдозрідженому шарі | |
| Орішкевич С.О., Собченко В.В. | 53 |
| Дослідження розділення продуктів в надцентрифугі | |
| Сидоренко О.П., Зубрій О.Г. | 55 |
| Експериментальна перевірка процесу віброекструзії фібробетонних виробів | |
| І.А.Андрєєв, Д.Ю.Шмельова | 57 |
| Вплив кавітації на кислі водні розчини | |
| Яроцький С.М., Целень Б.Я. | 59 |
| Вдосконалення методики перевірки ефективності регенерації забруднених рулонованих мембранних модулів | |
| Корнієнко Я.М., Гулієнко С.В., Григоренко О.В. | 61 |
| Нова конструкція формуючої головки екструдера | |

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ РОБНИЦТВ»

| | |
|---|----|
| Двойнос Я. Г., Назарчук В. В. | 64 |
| Математична модель процесу течії газонаповненого розплаву полімеру у каналі формуючого інструмента | |
| Двойнос Я. Г., Назарчук В. В. | 66 |
| Нові конструктивні елементи блочного теплообмінника | |
| Двойнос Я. Г., Хотинецький М.І. | 68 |

| | |
|---|----|
| Математична модель процесу теплообміну у блочному теплообміннику | |
| Двойнос Я. Г., Хотинецький М.І. | 70 |
| Обґрунтування місця проведення термообробки на лінії виробництва твердого висококалорійного біопалива | |
| Безгін М.М., Корінчук Д.М. | 72 |
| Дослідження впливу кавітаційних ефектів на рідкі багатокomпонентні матеріали | |
| Долінський А.А., Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Макаренко А.А. | 74 |
| Особливості процесу екстрагування за методом дискретно-імпульсного введення енергії | |
| Гоженко Л. П., Іваницький Г. К., Чайка О. І. | 76 |
| Дослідження впливу гідродинамічної кавітації на процес одержання водовугільних суспензій | |
| Щепкін В.І., Целень Б.Я., Величко С.О. | 78 |
| Дослідження перебігу процесу грануляції соєвого екструдату з нанесенням захисного покриття | |
| Щепкін В.І., Целень Б.Я., Величко С.О. | 80 |
| Удосконалення валка валкової машини | |
| Квітко Д.С., Мікульонок І.О. | 82 |
| Напрями забезпечення якості полімерної ізоляції кабельних виробів | |
| Соколенко В.В., Мікульонок І.О., к.т.н., Сокольський | 84 |
| Визначення дисперсного складу біомаси в технологіях виробництва твердого біопалива | |
| Степчук І.В., Степанюк А. Р.,Воронін Л. Г., Корінчук Д. М. | 86 |

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

| | |
|--|----|
| Вдосконалення башмачного преса | |
| Аксьонов І.О., Марчевський В.М. | 89 |
| Експериментальне дослідження гарячого пресування паперу для гофрування | |
| Марчевський В.М., Мельник О.П., Биковець Д.П., Василенко М.М. | 91 |

Аналіз математичних виразів напірно-витратних характеристик

роторно-пульсаційних апаратів

Василенко Р.М., Семінський О.О. 93

Сушильна установка з псевдозрідженим шаром

інертних тіл та живильником

Марчевський В. М., Гробовенко Я. В. 95

Математична модель сушіння санітарно-гігієнічного паперу

Марчевський В.М., Татарчук О.О. 97

Математична модель процесу дегідратації кристалічного

хлориду магнію

Марчевський В.М., Улітько Р.М. 99

Безножове розмелювання при виробництві картонно-паперової

продукції з вторинної сировини

Федорук А.В., Семінський О.О. 100

СЕКЦІЯ 4

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

Отримання нановолокнистих плівок із целюлози

Алушкін С. В., Яценко О. В., Барбаш В. А. 103

Отримання оксигелюлози з волокон бавовни

Бочок В. Г., Барбаш В. А. 105

Пероцтовий спосіб отримання мікрокристалічної целюлози

із пшеничної соломи

Каракуца М. Г., Барбаш В. А. 107

Дослідження впливу хелатуючої обробки на ефективність вибілювання

целюлози пероксидом водню

Нагорна Ю. М., Барбаш В. А. 109

| | |
|--|-----|
| Збірник тез доповідей VIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" | |
| Вологоміцний целюлозний фільтрувальний матеріал для очищення води баромембранним методом | |
| Мовчанюк О.М., Рябчук І.В., Семенюк А.В., Белінська О.О. | 111 |
| Окисно-органосольвентна делігніфікація пшеничної соломи | |
| Соколовська Н.В., Трембус І.В., Барбаш В.А. | 113 |
| Пероцтове варіння целюлози із волокон льону | |
| аспірантка Яценко О. В., к. х. н. Барбаш В. А. | 115 |
| Використання антрахінону в процесі делігніфікації стебел соняшнику | |
| Затірка М.Є., Васюха І.Б., Галанін Д.С., Янюк О. О., Черьопкіна Р. І. | 117 |
| Застосування мацерації для недеревної сировини | |
| Осадча О. В., Греськів Н.Я., Черьопкіна Р.І. | 120 |
| Вплив композиції фільтрувального матеріалу на фізико-механічні показники | |
| Задніпрянець Ю. М., Антоненко Л. П., Плосконос В. Г. | 122 |

СЕКЦІЯ 5

«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

| | |
|---|-----|
| Лікувальні властивості топінамбуру | |
| Баклан І.О., Жеплінська М.М., Бессараб О.С. | 125 |
| Дослідження процесу освітлення екстракту з топінамбуру | |
| Бендерська О.В., Жеплінська М.М., Бессараб О.С., Копиленко А.В. | 127 |
| Коптильний пересувний пристрій | |
| Клименко Є.О., Копиленко А.В. | 129 |
| Дослідження енерговитрат при отриманні сушеної картоплі різними способами | |
| Писарєв М.Г., Г.М.Бандуренко, Дубковецький І.В., Копиленко А.В. | 131 |

Рішення

міжнародної науково-практичної конференції
студентів, аспірантів і молодих вчених.
«Ресурсоенергозберігаючі технології і обладнання»
Київ -2015

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.

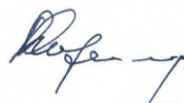
5. Видати збірник праць конференції.

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 10.04.2015 р. Формат 60х90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 6,4
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 1004/01.**

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