



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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ  
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

20-23 листопада 2013р.

Київ

УДК 66  
ББК 35.11я43  
Р 43

Збірник тез доповідей V міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (20-23 листопада 2013р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 117 с

**Збірник тез доповідей V 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 № 4  
від 6 листопада 2013 р.

Рекомендовано до друку  
Кафедрою машин та апаратів  
хімічних  
і нафтопереробних виробництв  
Протокол № 4  
від 12 листопада 2013 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ) № 737 від 05.11.2013 р.

## **ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

- Варламов Г.Б.** 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
- Ільєнко Б. К.** Вчений секретар Інституту Газу НАН України
- Ковтун С. І.** Рада молодих вчених Інституту технічної теплофізики НАН України
- Корінчук Д. М.** 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.** професор Тверського державного технічного університету
- Косивцов Ю. Ю.** доцент Тверського державного технічного університету
- Какубава Реваз (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.** доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ», заступник голови програмного комітету конференції
- Марчевський В. М.** професор кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»
- Андрєєв І. А.** доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»
- Швед М. П.** доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»
- Зубрій О. Г.** доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»
- Ракіцький В.Л.** 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»**

УДК 66.021.3/4

**ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ  
У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ**

магістрант Давидов А.С., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"

Плівкові апарати, в тому числі випарні, широко використовуються в різних галузях промисловості: фармацевтичній, хімічній, харчовій, металургійній, целюлозно-паперовій та ін. У випадку коли необхідно забезпечити рівномірний розподіл плівки рідини по поверхні, випаровувати в'язкі речовини та речовини які кристалізуються, використання плівкових апаратів не рекомендовано [1], тому використовують роторно-плівкові апарати.

Використання роторно-плівкового апарата з висхідною плівкою гарантує рівномірне розподілення плівки, та максимальну щільність зрошення за рахунок нерозривності потоку по всій висоті апарату. В даний час не досконально дослідженні роторно-плівкові апарати з висхідною плівкою, тому подальше вивчення їх є актуальним.

В роботі авторів виконані дослідження впливу частоти обертання ротора та початкової висоти об'єму рідини, яка знаходиться в апараті на висоту підйому рідини. Результати дослідження представлені на рис 1.

Досліди проводились на експериментальній установці роторно-плівкового апарата з скляною стінкою та жорстко закріпленими лопатями. Внутрішній діаметр апарату  $D=100$ мм, висота  $H=215$  мм, кількість лопатей  $z=6$ .

Відомо, що при обертанні стінки рідина підніметься на висоту  $h_c$ . В нашому випадку коли стінка нерухома, а лопаті надають обертового руху рідині, рівень  $h_p$  на який підніметься рідина буде меншим:

$$h_p = K \left( h + \frac{\omega^2 R^2}{4g} \right),$$

де  $h$  - рівень залитої рідини,  $\omega$  – кутова швидкість,  $R$  – радіус стінки.

Коефіцієнт, який враховує гальмування рідини стінками апарата[2]:

$$K = 1,451\omega^{-0,22}.$$

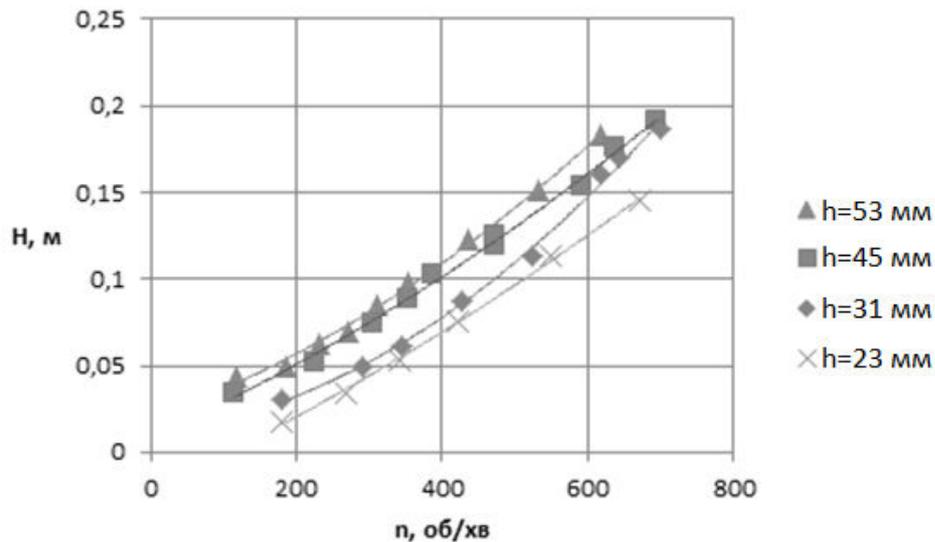


Рис 1. Залежність впливу частоти обертання та об'єму рідини на висоту зрошення поверхні

Отримані результати можуть бути використанні для проектування роторно-плівкових апаратів з висхідною плівкою.

#### **Перелік посилань:**

1. Пленочная тепло – и массообменная аппаратура (процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) / Под ред. В. М. Олевского.- М.: Химия, 1988.-240с.

2. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій.IV міжнародна научно-практична конференція «Іноваційні технології». Зубрій О. Г., Давидов А. С. «Дослідження роботи роторно-плівкового апарату з висхідним потоком»– Одеса: 2013. – Вип. 43. – Том 1, ст. 84-86.

УДК 662.76

## **ПРОЦЕС ГАЗИФІКАЦІЇ ТВЕРДОГО ПАЛИВА**

магістранта Кліщ О.В., доц. Собченко В.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Газифікацією твердих палив називається процес перетворення (конверсії) органічної частини твердого палива у генераторний газ, зручний для подальшого спалювання як в пальниках котлів різного призначення, так і в камерах згорання (зовнішніх і внутрішніх) двигунів різних типів.

Отримувані в процесі газифікації генераторні гази характеризуються наявністю (у різних пропорціях) одних і тих же компонентів - CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> і CH<sub>4</sub>. Однак реакції, за якими вони можуть бути отримані, є різноманітними.

Умова рівноваги основних реакцій, що визначають склад газу при газифікації твердих палив зображена на рис.1.

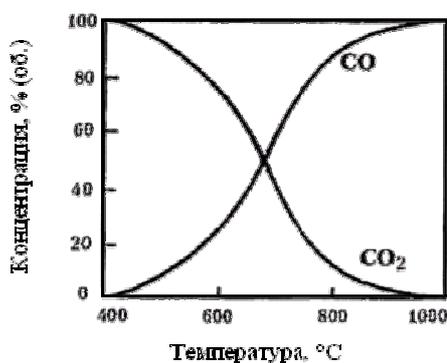


Рис. 1. Залежність виходу CO і CO<sub>2</sub> від температури коксування (криві «Будара»).

Як видно з рисунка, при збільшенні температури в одержуваному газі зростає концентрація кінцевого продукту (CO) і зменшується вміст вихідної речовини (CO<sub>2</sub>). В інтервалі 950-1000 ° C рівновага практично повністю зміщена вправо, а при 400-450 ° C – вліво.

Тобто, умови рівноваги залежать від температури і тиску. Степінь наближення до рівноваги залежить від взаємодії твердих і газоподібних речовин і часу перебування сировини в реакційній зоні. Кількість утвореного метану (CH<sub>4</sub>) залежить від температури і тиску, при яких відбувається реакція; високий тиск і низька температура сприяють утворенню CH<sub>4</sub>.

Часто буває необхідно визначити, не проводячи експеримент, склад газу при різних температурах, тиску і складі дуття. Це завдання вирішується шляхом розрахунку рівноваги системи. Для знаходження складу газу, що містить п'ять компонентів (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>O), які є невідомими, складають 5 незалежних рівнянь. До них відносяться рівняння констант рівноваги:

$$K_1 = P_{CO}^2 / P_{CO_2}$$

$$K_2 = P_{CH_4} / P_{H_2}^2$$

$$K_3 = P_{CO_2} \cdot P_{H_2} / (P_{CO} \cdot P_{H_2O})$$

Закон Дальтона:

$$P = P_{CO} + P_{CO_2} + P_{H_2} + P_{CH_4} + P_{H_2O}$$

І рівняння балансу H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в дутті і продуктах реакції:

$$\frac{P'_{H_2O}}{P'_{H_2O} + 2P'_{O_2}} = \frac{P_{H_2} + 2P_{CH_4} + P_{H_2O}}{P_{CO} + 2P_{CO_2} + P_{H_2O}} = A$$

де  $P'_{H_2O}$ ,  $P'_{O_2}$  – парціальні тиски H<sub>2</sub>O и O<sub>2</sub> при дутті.

Залишаються два невідомих  $P_{CO}$  та  $P_{H_2}$ .  $P_{H_2}$  задають та знаходять  $P_i$  – інших компонентів.

У подальшому вивчені та роботі над процесом газифікації необхідно розробити фізичну та математичну модель, яка б адекватно описувала процеси, що проходять у газогенераторі, дослідити вплив температури, тиску та складу матеріалу на вихідний продукт і оптимізувати процес газифікації дрібнодисперсних матеріалів.

#### **Перелік посилань:**

1. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа: учебное пособие / Н. С. Печуро, В. Д. Капкин, О. Ю. Песин. - М. : Химия, 1986. - 352 с.
2. Копытов В.В. Газификация конденсированных топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития.

УДК 678.023.2

## **ПЕРЕВАГИ ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОГО ЕКСТРУДЕРА ПЕРЕД ЧЕРВ'ЯЧНИМИ**

магістрант Плешко О.В., доц. Швед М.П., інженер 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.

Метод переробки полімерів екструзією один із найпоширеніших і ґрунтується на безперервному переведенні полімеру із твердого у в'язкотекучий стан з подальшим продавлюванням розплаву через формувальну головку. При цьому одночасно виконуються наступні операції: живлення, стискання, плавлення твердого полімеру, а також перемішування розплаву, створення тиску та його дозування. Всі названі процеси тісно пов'язані між собою і виконуються в найпоширеніших черв'ячних екструдерах одним робочим органом - черв'яком, що унеможливорює оптимізувати всі вище названі процеси.. Однак в екструзії все частіше використовуються нові полімери, композиційні матеріали з наповнювачами, барвниками, легуючими добавками, які суттєво змінюють реологічні характеристики сировини і режими переробки. При чому розробка рецептур в більшості випадків виконується самим виробником, що ставить перед машинобудівниками задачу створення більш універсального обладнання для переробки, якими є каскадні екструдери. В таких екструдерах процес екструзії розділений на окремі каскади (стадії) з можливістю автономного управління ними [1,2].

Приймаючи до уваги, що полімерні вироби мають лише плюсовий допуск на геометричні розміри, то перевитрата сировини і енергії через пульсації тиску та недосконалість процесу дозування в черв'ячному екструдері складають 5-8% від розрахункових.

З метою ресурсоенергозаощадження на кафедрі машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв НТУУ «КПІ» створений каскадний дисково-шестеренний екструдер, особливістю якого є

встановлення на першій стадії дискового екструдера з дозатором. Такий екструдер працює в «голодному» режимі і забезпечує кероване інтенсивне дисперсійне плавлення і змішування в завантажувально-пластикувальній зоні дискового екструдера за рахунок зміни частоти обертання черв'ячно-дискової частини, а також кероване диспергуюче дистрибутивне перемішування в дисковій зоні за рахунок можливості зміни величини робочого зазору дискового екструдера при незмінній продуктивності. На другій стадії використовується об'ємний шестеренний насос, який встановлюється між дисковим екструдером і формуючою головкою. Використання насосів вирівнює пульсацію розплаву, що дозволяє випускати продукцію з меншими допусками на геометричні розміри зі значною економією сировини і енергії, що є головною економічною підставою використання шестеренних насосів для дозування розплавів полімерів.

Сталий тиск на вході в насос та його жорстка напірна характеристика значно зменшують пульсації тиску та забезпечують перевитрату сировини і енергії не більше 2% від номінально запланованих.

Попередньо проведені дослідження, показали, що максимальні відхилення перевитрат сировини і енергії експериментальної лінії з використанням шестеренного насоса не перевищували 1,5-2 % проти 5-8% для тієї ж експериментальної лінії на базі звичайного преса ЧП50×25[3]. Проведені експериментальні дослідження екструдера показали, що використання запропонованої каскадної схеми екструзії дозволило перероблювати більш широку гаму полімерних матеріалів, з підвищеним змішувачим ефектом при нижчих температурах за рахунок можливості гнучкого керування процесом переробки.

#### **Перелік посилань:**

1. 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.
2. Выявление и устранение проблем экструзии / К. Раувендааль, М. Д. Пилар Норвега Е., Х. Харрис; Пер. С англ. под ред. Володина В.П. – СПб.:Прфессия, 2008. – 328 стр., ил.
3. Луценко І.В., Богатир А.С. Переваги використання каскадних схем та дозуючих шестеренних насосів при екструзії полімерів/ І.В. Луценко, А.С. Богатир, М.П. Швед, Д.М. Швед// Технологический аудит и резервы производства №1/2(9),2013 – 2013. – с. 21-24

УДК 66.061.3

**АНАЛІЗ СТРУКТУРИ МІКРОШАРУ ПРИ ІЗОТЕРМІЧНІЙ  
КРИСТАЛІЗАЦІЇ ГУМІНОВІСНИХ КОМПОНЕНТІВ У  
ЛУЖНОМУ РОЗЧИНІ**

магістрант Сапон А.Ю., доц. Степанюк А.Р.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Під час створення добрив постає проблема забезпечення рівномірності розподілу гуміновмісних компонентів по всьому об'ємі частинки, що утворюється. Дана проблема розглядається в [1]. Проте, питання екстрагування гуматів з бурого вугілля належно не досліджено.

На даному етапі досліджень було визначено кількісне співвідношення гуміновмісних компонентів у лужному розчині для забезпечення рівномірності розподілу компонентів, а також концентрації гуміновмісних компонентів та луку у відповідності до мікроструктури шару при ізотермічній кристалізації гуміновмісних компонентів у лужному розчині.

Під час проведення сушки на дослідній установці, було помічено, що при різних концентраціях NaOH можемо бачити різну мікроструктуру шару гуміновмісних компонентів, та виражену нерівномірність у вигляді частинок різного розміру(рис. 1...6).

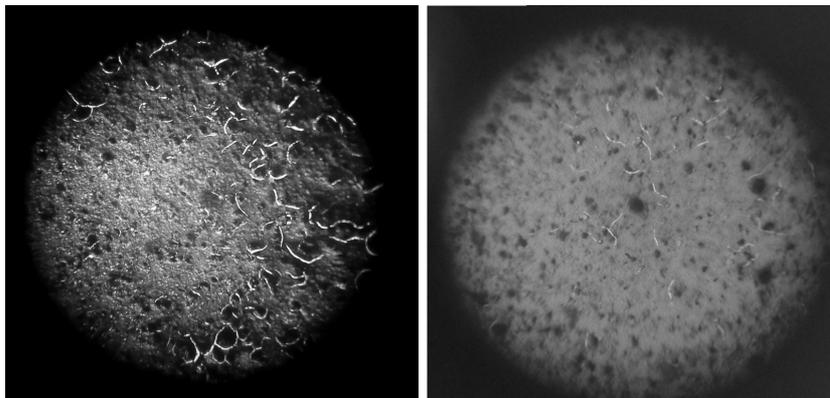


Рис 1 - Мікроструктура шару при концентрації NaOH 5%. (Буре концентрації NaOH 10%. (Буре вугілля 12,5%) вугілля 12,5%)

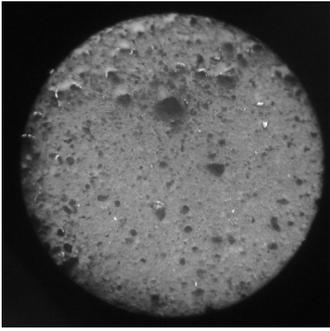


Рис 3..  
Мікроструктура шару при концентрації NaOH 15%. (Буре вугілля 12,5%).

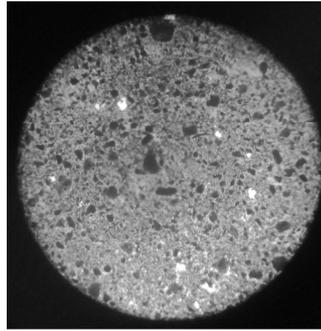


Рис 4.  
Мікроструктура шару при концентрації NaOH 25% (Буре вугілля 12,5%)

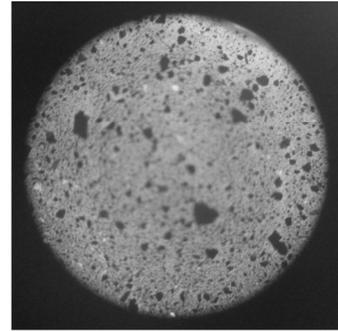


Рис 5.  
Мікроструктура шару при концентрації NaOH 30%. (Буре вугілля 12,5%)

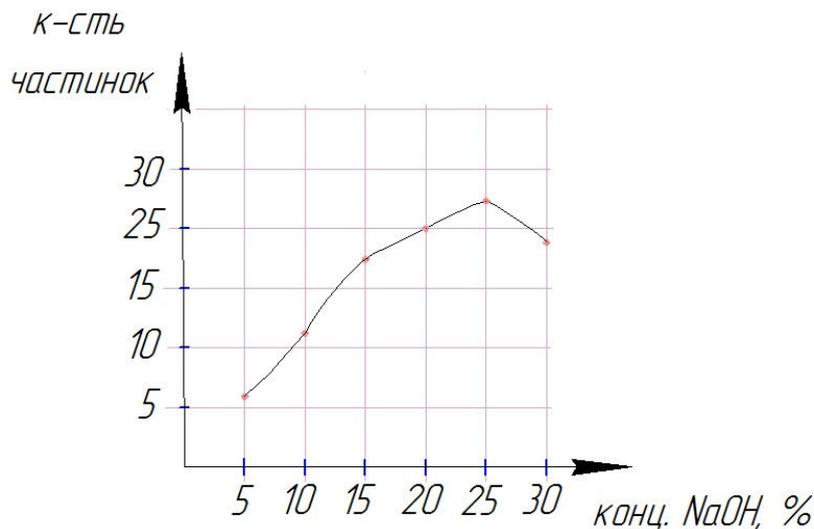


Рис. 6 - Залежність кількості частинок на окремому виділеному участку мікроструктури шару від концентрації NaOH

Отже з підвищенням концентрації NaOH спостерігається збільшення питомої чисельності частинок та їх розміру. Проте, при концентрації NaOH 30%, кількість частинок в розчині падає.

#### Перелік посилань:

1. Аксельруд Г. А. Экстрагирование ( система твердое тело - жидкость): учеб, пособие./ Г. А. Аксельруд, В. М. Лысянский.-Л.: "Химия", 1974. - 256 стр.

УДК 669.793

## МЕТОД ЕКСТРАКЦІЇ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН З ҐРУНТУ

магістрант Тишко Ю.А., доц. Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Властивості органічної речовини у ґрунті, а особливо гумінові речовини, може бути вивчена тільки у вільному стані, тобто, коли звільнена від неорганічних компонентів ґрунту. Таким чином, перше завдання дослідника полягає в виділенні органічних речовин з неорганічних матриць піску, мулу та глини.

Було впроваджено різні методи вилучення, зокрема і ті, що залежать від характеру матеріала. Таким чином, неполярні сполуки, такі як жири, воски, смоли та ін., можуть бути вилучені за допомогою таких органічних розчинників, як гексан, простий ефір, спирт, бензольні суміші та інші.

Ідеальний метод екстрагування органічних речовин з ґрунту є такий, який відповідає наступним цілям: 1) метод призводить до виділення незмінних матеріалів; 2) екстрагована гумінова речовина не містить неорганічних забруднень, таких як глина і полівалентних катіонів; 3) завершення екстрагування, забезпечує таким чином подання фракцій з усього молекулярно-вагового діапазону; 4) метод універсально застосовується для всіх ґрунтів [1] (табл. 1).

Таблиця 1. Реагенти, застосовувані для вилучення органічних компонентів з ґрунту (Стівенсон 1982р.) [2]

Тип матеріалу	Екстрагент	Частка вилучення органічних речовин, %
Гумінова сполука	$NaOH$	До 80%
	Екстрагенти:	
	$Na_4P_2O_7$ та інші	До 30%
	Органічні хелати: ацетилоацетон, купферон, гідроксихінолін	До 30%
	Мурашина кислота ( $HCOOH$ )	До 55%

Існує багато методів вилучення гумінових сполук, наприклад метод *IHSS* [2]. Наведемо найбільш зручну методику проведення процедури вилучення за якої досягається більш високий процент вилучення гумінової складової з торфу.

Для обробки торфу лугом його, луг, перш за все, необхідно розчинити у воді з розрахунку 375 г лугу в 5 л води. Далі цією кількістю лужного розчину при постійному перемішуванні обробити 625 г торфу (з розрахунку на сухий торф), отже, на 625 г сирого торфу вологістю 50%, (якщо вологість торфу буде більшою, то додаткове зволоження розчином лугу може призвести до збільшення вологості до такого ступеня, що отримуваний гумат натрію стане дуже в'язким і буде налипати на шнек) необхідно вносити 2,5 – 3 л водного розчину лугу, що містить 187,5 г їдкого натрію або калію (NaOH або KOH).. Далі вся ця суміш відстоюється 2 доби, після чого з суміші відділяємо екстракт та завантажуюмо у центрифугу де центрифугуємо та висушуємо гумінову речовину.

Слід зауважити, що змішування та обробку торфу можна здійснювати в змішувачах будь-яких систем та морок, так як спеціального обладнання для виробництва гумітів наша промисловість поки не випускає.

Метою роботи було визначення та описання більш оптимального методу вилучення гумінових сполук, за якого використовуючи реагенти вказані в таблиці 1, будуть вилучені в потрібному нам відсотковому співвідношенні.

#### **Перелік посилань:**

1. «JerseyWeber»/[Електронне джерело]. Режим доступу: <http://karnet.up.wroc.pl/~weber/humic.htm#start>;
2. Stevenson F. J., Butler I. H. A., In: OrganicGeochemistry, NewYork: 1969, p. 534-535;
3. Ісаченко А. Г. Екологічні проблеми – М., 1996. – 278 с.;
4. Н.В. Чухарева, Л.В. Шишмина, А.А. Новиков / Исследование гуминовых кислот и термообработанных торфов Томской области – издательство Томського політехнічного інститута, 2010 г.
5. Ковалевський Д.В./ Исследование структуры гумусовых кислот методами спектроскопии ЯМР <sup>1</sup>H И <sup>13</sup>C. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук/ Москва 1998г.

УДК 678.027.3

## **СОЕКСТРУЗИЯ В АСПЕКТІ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ З ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ**

магістр Романченко М. А., проф. Мікульонок І. О., доц. Сокольський О. Л.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

На основі полівінілхлориду (ПВХ) у промислових масштабах випускається значна кількість різноманітної продукції: листів, плівок, профілів, труб, ємностей та ін. Цей матеріал знайшов своє застосування в хімічній, легкій, харчовій промисловості, а також промисловості будівельних матеріалів. У той же час пластмаси на основі полівінілхлориду є одними з найбільш проблематичних з точки зору перероблення, використання та утилізації. Під час виробництва й перероблення ПВХ він виділяє такі небезпечні речовини як хлор, дихлоретан, вінілхлорид, діоксин тощо. Унаслідок цього небезпечним для навколишнього середовища стають і такі методи утилізації відходів ПВХ як спалювання або захоронення. Додатки, що використовуються при виробництві й переробленні ПВХ (зокрема такі важкі метали як кадмій і свинець, токсичні сполуки, фталати) також завдають шкоди здоров'ю людей та навколишньому середовищу.

Натепер для утилізації вторинної сировини з ПВХ використовують такі способи перероблення полімерів і пластмас як лиття під тиском, екструзія, пресування, каландрування. Проте найбільш ефективним та універсальним з цих методів є екструзія, під час якої заздалегідь подрібнені та очищені відходи ПВХ після їх розплавлення безперервно продавлюються крізь формувальну екструзійну головку, геометрична форма вихідного каналу якої визначає профіль (розміри й форму поперечного перерізу) одержуваного виробу.

Ще більш ефективною та універсальною для утилізації вторинної сировини з ПВХ може стати соекструзія. Під час виготовлення за допомогою соекструзії профілів застосовують такі її технології як поверхневу, ядерну та змішану. Зокрема ядерна (багатошарова) технологія дає змогу заощадити до 75 % (за масою) первинного полімеру, але при

цьому вона потребує ретельного відпрацювання технологічних режимів перероблення й конструкції формувальних пристроїв.

У будь-якому разі соекструзія дає можливість заощаджувати від 40 до 75 % (за масою) первинної («свіжої») сировини, проте процес соекструзії достатньо складний через низку чинників, які необхідно враховувати під час виготовлення виробів. У першу чергу це і адгезійна взаємодія між різнорідними шарами (мінімум два шари: новий матеріал і вторинна сировина), оскільки саме ця взаємодія визначає опір виробів розшаруванню в процесі їх експлуатації, і високі коефіцієнти розбухання полімеру, що можуть призвести до значної зміни форми готових виробів та їх короблення, і усадка матеріалу, яка має місце при екструзії через нерівномірний розподіл швидкостей течії маси, що призводить до зміни форми профілю.

Також одним з основних чинників утворення нерівностей поверхні, кромek і зниження блиску є отримання шорсткої поверхні, що спричинює нерівномірну подачу матеріалу. Це відбувається якщо міцність розплаву (енергія когезії) нижче за енергію адгезії (здатність до прилипання).

Саме тому на цей час на кафедрі хімічного, полімерного та силікатного машинобудування НТУУ «Київський політехнічний інститут» проводяться дослідження процесу соекструзії для розроблення адекватної математичної моделі, яка дасть змогу вирішити проблему оптимального технологічного режиму екструзії (температура перероблення полімеру, тиск розплаву, температура по зонам головки і температурні режими охолодження відформованого екструдату), а отже і зменшити частку браку, а також з'ясувати потребу в необхідності додавання функціональних добавок до перероблюваної сировини (як у якісному, так і в кількісному відношенні).

Також проводиться робота з розроблення підходів до проектування соекструзійних головок та калібрувальних пристроїв для одержання виробів стабільної в часі заданої геометрії з різноманітних матеріалів, у тому числі і з використанням вторинної сировини.

УДК 621.21

**ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ МОДИФІКОВАНИХ  
ГУМІНО МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

магістрант Любека А.М., проф. Корнієнко Я.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою роботи є підвищення ефективності процесу утворення модифікованих гуміново мінеральних добрив.

На сучасному етапі розвитку суспільства загострилася проблем продовольчого забезпечення. Насамперед, втрата родючості ґрунтів, забруднення ґрунтів залишками пестицидів, радіонуклідами, важкими металами тощо. Це змушує переглянути існуючі заходи збереження ґрунтів. Альтернативна система землеробства для сучасних умов господарства повинна бути спрямована на подолання дії негативних факторів та отримання якісної продукції, яка забезпечить відмінну якість життя.

Добрива за агрономічним призначенням поділяють на прямі, які вносять в ґрунт для поліпшення живлення рослин (наприклад, аміачна селітра, суперфосфат та ін.), і непрямі, які вносять для поліпшення властивостей ґрунту і нагромадження в ньому елементів живлення рослин (наприклад, органічні добрива). За походженням, способом і місцем добування виділяють: місцеві добрива, які виробляються безпосередньо в господарстві (органічні добрива) і мінеральні добрива.

Як і будь-який продукт, орґано-мінеральні добрива повинні поставлятися споживачу у зручному для його використання вигляді. Оскільки вся існуюча сільгосптехніка повністю пристосована для масового внесення добрив у гранульованому вигляді, нашою задачею є створення

високоєфективних установок для виробництва гранульованих органічно-мінеральних добрив заданого складу.

У промисловій практиці широко розповсюджені процеси гранулювання, в яких технологічний процес одержання гранул здійснюється у дисперсійних системах. Псевдозрідження є одним з найбільш ефективних методів зневоднення гетерогенних рідких систем. Використання цього метода взаємодії між твердою і газоподібною фазами дозволяє забезпечити рівномірне розподілення мінеральних та органічних речовин по всьому об'єму гранул.

Гранулювання мінеральних добрив здійснюється в псевдозрідженому шарі шляхом зневоднення рідкої фази одержання композитів із співвідношенням поживних, мінеральних та гумінових речовин які визначаються умовами регіону застосування.

#### **Перелік посилань:**

1. Овчинников Н.Л., Овчинников Л.Н., Натареєв С.В. Сушка и обжиг в кипящем слое: учеб. пособия ГОУВПО Иван. гос. Ким –технол. Ун-т. Иванов 2009. 106с. ISBN 978-5-9616-0326-2.
2. Кондратов А.П., Громов А.Н., Манин В.Н. Капсулирование в полимерных пленках. – М.: Химия, 1990 – 191 с.

УДК 631.417:547.992

**ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН НА БАЗІ ЛУГІВ ГУМАТІВ  
СОНЯШНИКОВОГО ПОПЕЛУ**

магістрант Борисенко Є.Ю., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

При високому рівні агротехніки потрібно використовувати добрива, які відкривають можливості керування врожайністю, підвищення її в декілька разів, щоб вдосталь забезпечити потреби країни в продуктах харчування та промисловості в сировині.

Виробництво мінеральних добрив є найбільшої підгалуззю хімічного виробництва. Це одна з найбільш прибуткових і фінансово-стійких галузей не тільки в хімічному комплексі, але й у промисловості України в цілому. Продукція українських підприємств конкурентоздатна й користується постійним попитом на зовнішньому й внутрішньому ринках. На сьогодні добрива експортуються в наступні країни: Румунія, Угорщина, Грузія, Вірменія, Азербайджан, Гамбія, Сінгапур, Нігерія, Словаччина, Молдова, Сирія та ін. [1].

Протягом останніх років в Україні використовується фактично природний потенціал земель і ті запаси, які були створені за період інтенсивного застосування добрив. В даний час спостерігається помітне зниження вмісту гумусу і поживних елементів, особливо на малородючих ґрунтах, близько 90% орних земель охоплено процесами деградації. Площі кислих ґрунтів збільшилися на 25-30%, і зниження продуктивності призвело практично до того, що рослинництво є нерентабельним на бідних ґрунтах зони Полісся. У зоні Лісостепу врожайність зернових становить 20-25 ц/га, цукрових буряків - 150-200 ц/га[2].

Майже половина господарств збиткові. У сучасних ринкових умовах такий рівень продуктивності рослинництва при високій собівартості продукції не забезпечують нормального функціонування господарств.

Практично єдиний шлях вижити в умовах конкуренції - підвищення продуктивності рослинництва за рахунок інтенсифікації. Найбільш ефективний шлях, як показує світовий досвід, підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок внесення мінеральних добрив.

Так як ціна на відходи соняшнику відносно невелика, і їх можна переробляти на гумати і цим самим забезпечити галузі сільського господарства дешевими добривами. Саме це спонукає до створення екологічно безпечної енергетично заощадливої технології виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив з промислових відходів, до вмісту яких входять мінеральні поживні компоненти і гумінові речовини.

Тому утилізація рідких відходів через створення екобезпечної, енергоощадної технології виробництва і застосування гранульованих органо-мінеральних добрив з промислових відходів, що містять мінеральні поживні компоненти та гумінові речовини, доведення їх прямо до кореневої системи рослин та відновлення структури ґрунтів, дозволить вирішити важливу народногосподарську проблему – створення засад збалансованого екологічно безпечного землеробства [3].

Гумати соняшникового попелу - ефективне добриво природного походження з високим вмістом калію (24%), кальцію (18%), магнію (12%) і фосфору (7%). Забезпечує комплексне харчування рослин і має здатність знижувати кислотність ґрунту. Не містить хлор, тому прекрасно переноситься усіма видами рослин, комплексно збагачує ґрунтпоживними речовинами, оптимізує його водний баланс, знижує кислотність, істотно прискорює процеси розвитку рослин і дозрівання врожаю, допомагає у боротьбі з шкідниками. За оцінками компанії "ПроАгро", в квітні 2013 р. в Україні було вироблено 33,6 тис. т мінерально-органічних добрив з лущиння соняшнику, а ціна сировини відносно не дорога – 950 грн. за тонну. Тому тему дипломного проекту визнано актуальною [4].

#### **Перелік посилань:**

1. С.І. Якушко, Органо-мінеральні добрива. Переваги та способи виробництва /Хімічна промисловість України. 2008, 132 с.
2. Стан земельних ресурсів в Україні: проблеми, шляхи вирішення. Збірник доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2001, 284 с.
3. Вакал СВ. Еколого-економічні аспекти застосування органо-мінеральних добрив/ Хімічна промисловість України, 2009, 149 с.

Лаврик Р.В. Проблеми розвитку виробництва комплексних мінеральних добрив. Хімічна промисловість України. 2013, 325с.

УДК 678.027

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ КАСКАДНОГО ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОГО ЕКСТРУДЕРА**

магістрант Мітусов Р.О., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день в процесах екструзії полімерів найпоширенішим обладнанням є одночерв'ячні екструдери [1], на яких базується більшість технологічних ліній. Однак у випадку, коли необхідно забезпечити підвищену пластикацію та змішування, введення добавок, наповнення, фарбування, переробку композиційних матеріалів, вакуумування чи гнучкість в управлінні процесом переробки, ці екструдерине завжди можуть забезпечити достатньо високий рівень переробки. Саме тому все ширшого застосування набувають каскадні схеми екструзії, де процес розділено на окремі операції з автономним керуванням. Доцільно на першій стадії в якості розплавлювача - гомогенізатора встановлювати дискові екструдери, які в більшості випадків працюють без теплообміну з навколишнім середовищем і де майже вся енергія дисипації споживається в завантажувально – пластифікуючій і дисковій зонах. На другій стадії для створення тиску і дозування, як правило використовують черв'ячний дозуючий прес, або шестеренний насос. Такий підхід дозволяє гнучкіше вести технологічні операції переробки та інтенсифікувати і оптимізувати процес переробки.

Метою роботи є визначення потужності в дисковому екструдері, що є частиною каскадного дисково – шестеренного екструдера. Визначення потужності дискового екструдера дає можливість дізнатись про основні геометричні розміри машини та її енергетичні показники тому це є актуальною задачею.

Потужність в дисковому екструдері витрачається на плавлення полімеру  $\Delta N_{\pi}$ , на гомогенізацію в зоні розплаву  $\Delta N_p$ , на подолання сил тертя твердого полімеру при основі черв'яка  $\Delta N_{\chi}$ , на подолання сил тертя в підшипниках  $\Delta N_{\tau}$  [2]. Попередні дослідження показали, що на плавлення полімеру витрачається біля 70% всієї потужності, тому для визначення цієї складової потрібно розглянути фізичну модель процесу плавлення полімеру [3].

Тоді повна потужність в завантажувально - пластифікуючій зоні дискового екструдера може бути визначена за формулою (1)

$$\Delta N = \Delta N_{\pi} + \Delta N_p + \Delta N_{\chi} + \Delta N_{\tau} \quad (1)$$

Рівняння (1) після визначення складових може бути використано для визначення потужності, що витрачається в завантажувально – пластифікуючій зоні дискового екструдера.

### **Перелік посилань:**

1. Tadmor, Z. Solids Conveying in Screw Extruders. Part II. NonIsothermal Model / Z. Tadmor, E. Broyer // Polym. Eng.Sci. – 1972 – Т. 117(12). – с. 378-386.
2. Швед М.П., Швед Д.М., Резнік Р.Ю., «Визначення потужності в завантажувально - пластифікуючій зоні дискового екструдера»./ Східно – Європейський журнал передових технологій, Том 2 №7(62) // 2013.- с.26-29.
3. Резнік Р.Ю. Особливості і фізична модель процесів у завантажувально - пластифікуючій зоні дискового екструдера [Текст] / Р.Ю.Резнік, М.П. Швед, Д.М.Швед // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2012. – Випуск 41. Т.1 – с. 176-178.

УДК 678.057

**КАСКАДНИЙ ЧЕРВ'ЯЧНО-ШЕСТЕРЕННИЙ ЕКСТРУДЕР**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

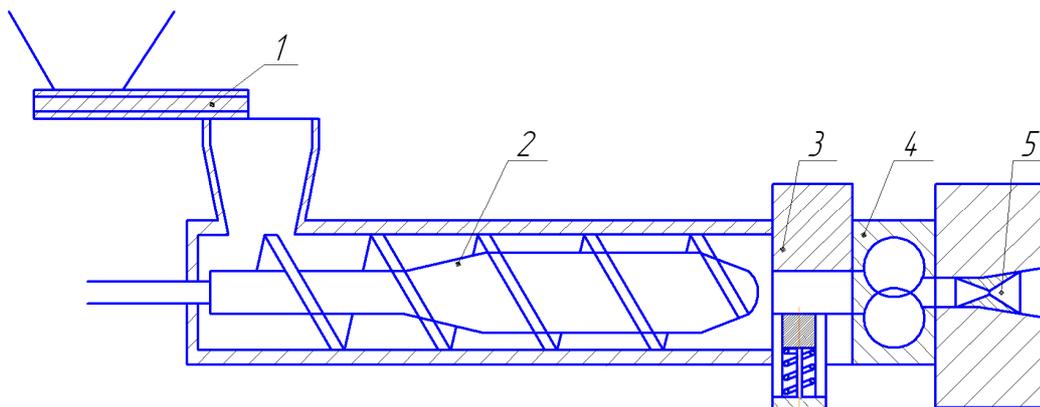
На сьогоднішній день процесам переробки полімерів приділяється значна увага, оскільки з року в рік зростає питома вага виробів із полімерів. Зростаючі обсяги виробництва та переробки полімерних матеріалів вимагають від галузі полімерного машинобудування оптимізації процесу та ширшого використання ресурсоенергозберігаючих технологій [1].

Найбільш поширеною залишається одночерв'ячна екструзія [2, 3]. При цьому одночасно одним робочим органом (черв'яком) виконуються наступні операції: живлення, стискання, плавлення твердого полімеру, змішування, створення тиску та дозування розплаву.

Однак у випадку, коли необхідно забезпечити підвищену пластикацію та змішування, введення добавок, наповнення, фарбування, переробку композиційних матеріалів, вакуумування чи гнучкість в управлінні процесом переробки, ці екструдери не завжди можуть забезпечити достатньо високий рівень переробки. Саме тому все ширшого поширення набувають каскадні схеми екструзії, в яких процес екструзії розділений на окремі операції чи групи операцій з автономним керуванням, такі як: завантаження, плавлення і гомогенізація. Такий підхід дозволяє інтенсифікувати та оптимізувати одну або декілька операцій процесу екструзії [4].

В дослідженнях процесу плавлення полімеру в каналі черв'ячного екструдера використовують різні фізичні та математичні моделі, які відрізняються трактуванням процесу та вираховуванням різних чинників [2, 3, 5].

Метою роботи є визначення потужності черв'ячного екструдера який виконує роль розплавлювача–гомогенізатора в каскадному черв'ячно-шестеренному екструдері, схема якого приведена на рис.1.



1 – дозатор твердого полімеру; 2 – розплавлювач–гоммогенізатор;  
3 – компенсатор; 4 – шестеренний насос; 5 – формувальний пристрій.

Рис.1. Схема касадно черв'ячно-шестеренного екструдера

Актуальність роботи полягає в розробці методики розрахунку потужності для черв'ячного екструдера, з врахуванням того, що він працює в інших умовах і в порівнянні з класичним одночерв'ячним екструдером, виконує тільки роль розплавлювача–гомогенізатора, а створення тиску і дозування розплаву виконує шестеренний насос.

#### **Перелік посилань:**

1) Л.Г. Воронін, М.П. Швед, Д.М. Швед, І. В. Луценко Дослідження процесу плавлення полімеру при черв'ячній екструзії. Восточно–Европейский журнал передових технологий ISSN 1729-3774 с.37.

2) 2. Тадмор, 3. Теоретические основы переработки полимеров. Тадмор, К. Гогос. – М.: Химия, – 1984. – 632 с.

3) Радченко, Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії [Текст] / Л. Б. Радченко. — К. : ІЗМН, 1999. — 220 с.

4) М. П.Швед, М. П. Швед, І.В. Луценко, А.С. Богатир Переваги використання касадних схем та дозуючих шестерних насосів при екструзії полімерів. Технологический аудит и резервы производства — № 1/2(9), 2013 с.21.

5) М.П. Швед, І. В. Луценко. Процеси плавлення полімеру в каналі черв'ячного екструдера. Збірник тез доповідей IX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" с.53.

УДК679.743.2

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИОПОРУ В  
БУДІВЕЛЬНИЙ ГАЛУЗІ**

магістрант Гапонюк М. М., доц. Собченко В. В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Виробництво більшості будівельних матеріалів вимагає значних енерговитрат, що позначається на вартості продукції. В першу чергу це пов'язано з необхідністю високотемпературного (900-1000°C і вище) обпалу первинних сировинних матеріалів. Тому зрозуміле прагнення до розробки технологій, що забезпечують отримання нових дешевих будівельних матеріалів без застосування високотемпературної термообробки.

У будівельній галузі широко використовуються неорганічні полімери, до яких відносяться водорозчинні силікати лужних металів, проте тривають спроби вдосконалення технології виготовлення цих матеріалів. Оскільки, їх отримання не пов'язане з використанням дефіцитних сировин.

Територія України багата на родовища порід, що містять аморфний кремнезем, який доволі легко взаємодіє з лугами, що є гарантією мінімальних енергетичних витрат при отриманні низько вологовмісних силікатів [1]. Зокрема сиопору - штучного пористого заповнювача, що виготовляється шляхом низькотемпературної (до 250°C) термообробки подрібненого напівфабрикату, який одержують із кремнеземистої природної сировини (у вигляді трепелу, опоки) та каустичної соди з використанням запатентованої технології [2].

Сиопор доцільно використовувати для отримання таких матеріалів як теплоізоляційні заповнювачі, легкі бетони, блоки, сухі штукатурні суміші з використанням в'язучих матеріалів (цемент, гіпс тощо) [3].

Унікальний комплекс споживчих властивостей і технічних характеристик сиопору дозволяє ефективно застосовувати його при будівництві в сферах тепло- та звукоізоляції.

Пориста структура (більше 95%) і неорганічна силікатна природа сиопору обумовлює такі властивості, як: низька насипна густина, низька теплопровідність, високий рівень звукопоглинання, відсутність запаху, довговічність.

Основні технічні характеристики сиопору приведені в таблиці 1.

Таблиця 1– Технічні характеристики сиопору

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника по фракціях		
		дрібна	середня	велика
Розмір гранул	мм	0,1 – 0,63	0,63 – 2,5	2,5 - 10
Насипна густина	кг/м <sup>3</sup>	120 +/- 20	70 +/- 20	60 +/- 20
Межа міцності на стиск	МПа	0,17	0,14	0,14
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/м·К	0,055	0,05	0,048

Технологічна лінія виробництва сиопору складається з апаратів з псевдозрідженим шаром для сушки і поризації сиоліту, охолодження і класифікації готового продукту.

#### **Список літератури:**

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

2. Ейне І. А.Новые эффективные строительные материалы и изделия на основе высококремнеземистого кремнистого природного сырья /Будівельні матеріали ХХ 1-го століття: комфорт житла та енергозбереження. Матеріали наук.-техн. конф. - К., 1998 -с. 108-110.

3. [Http://siopor.ua](http://siopor.ua) [електронний ресурс].

УДК 547.1-3; 628.5

**ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ КРИСТАЛІЧНО-АМОΡФНИХ СТРУКТУР  
ПРИ ПЕРЕРОБЦІ РОЗЧИНІВ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ З  
ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК**

магістрант Слободянюк К.С., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Всі відомі технологічні процеси хімічного виробництва супроводжуються утворенням великої кількості відходів у вигляді шкідливих газів та пилу, шлаків, шламів, стічних вод, що містять різні хімічні компоненти, які забруднюють атмосферу, воду та поверхню землі. Найбільш небезпечними забруднювачами атмосфери є кислотоутворюючі оксиди - азоту, сірки, а також вуглекислий газ, чадний газ, аміак, фтор, хлор та промисловий пил. Вміст сірководню у вихідних газах металургійних заводів складає  $0,14 \text{ мг/м}^3$ , а діоксид азоту -  $0,9 \text{ мг/м}^3$  [1].

Відходи, як якісна техногенна сировина, мають значний енергетичний та ресурсний потенціал. Його ефективне використання за рахунок впровадження нових технологій сприятиме вирішенню проблем екологічної реструктуризації господарського комплексу промислових регіонів України [2].

Мінеральні добрива - це важливий фактор підвищення родючості ґрунтів. Їх застосування при вирощуванні сільськогосподарських культур є одним з головних напрямків підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва і застосування мінеральних добрив є основним засобом хімізації.

Сульфат амонію є високоефективним азотним добривом, застосування якого забезпечує високу агрономічну і економічну ефективність вирощування основних сільськогосподарських культур [3]. Сульфат амонію – побічний продукт виробництва капролактаму, виробляється у кристалічному вигляді. Кількість азоту не перевищує 21%, але сірка, що входить до складу речовини, є необхідним елементом живлення багатьох сільськогосподарських культур (буряк, бавовна, тютюн та ін.). Кристалічний сульфат амонію використовується на ґрунтах, що мають РН більше 7, так як він має кислу реакцію гідролізу. В умовах українських чорноземів він є високоефективним для будь-яких культур.

Для отримання кристалічно-аморфних структур з розподіленням компонентів на нанорівні доцільно застосовувати ізотермічну кристалізацію з високими коефіцієнтами переносів [2].

Сульфат амонію - гранульований продукт сіро-жовтого кольору. Розчинність у воді і гігроскопічність в порівнянні з селітрою аміачною нижча. При високій відносній вологості повітря до 80%, добриво не

поглинає воду. Сульфат амонію - фізіологічно кисла сіль (1ц добрива нейтралізується 1,13ц  $\text{CaCO}_3$ ). Характеристика сульфату амонію приведена у таблиці 1 [4].

Таблиця 1 – Характеристика сульфату амонію

Показник	Параметри
Масова частка, в %:	
азоту, не менше	20
сірки (S), не менше	24
води, не більше	2
Гранулометричний склад, %:	
масова частка гранул розміром від 1 – 4 мм, не менше	90
в тому числі від 0,5 до 1 мм, не більше	5
менше 0,5 мм, не більше	5
Об'ємна маса, $\text{т/м}^3$	0,80

Сірка досить активний неметал, відносно розповсюджений елемент на Землі. Її вміст становить  $3 \cdot 10^{-2}$  ат. частки, % або  $5 \cdot 10^{-2}$  % мас. Вже при кімнатній температурі вона здатна окислювати лужні метали та ртуть, при нагріванні - багато інших простих та складних речовин. В результаті цих реакцій утворюються сульфідні. У порівнянні з O сірка більш слабкий окислювач, тому легко ним окислюється. Сірка окислюється галогенами, а також кислотами-окислювачами ( $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{к})$ ,  $\text{HNO}_3$  тощо). Вона зустрічається: у вільному стані (самородна сірка), сульфідні руди, сульфатні руди. Біля 50% сірки йде на виробництво  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 10-15% - для боротьби з хворобами рослин, головним чином винограду та бавовни, використовується для вулканізації гумовій промисловості, як компонент вибухових речовин, чорного пороху, у фармацевтичній промисловості [5].

#### **Перелік посилань:**

1. <http://ua.buymore.pro>;
2. Корнієнко Я.М. «Дослідження процесів утворення комплексних кристалічно – аморфних структур з промислових відходів для захисту та екобезпечного розвитку довкілля» НТУУ «КПІ», 2009р.;
3. <http://www2.agroscience.com.ua>;
4. <http://www.uak.com.ua/catalog/ukragrokom/mineralni-dobryva/sulfat-amoniyu.html>;
5. *СІРКА* - [Yakimus.kiev.ua](http://Yakimus.kiev.ua).

УДК 664.8.047.014

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ РІПАКОВО-МОРКВЯНОЇ СУМІШІ**

магістрант Воронцов М.Є<sup>1</sup>., проф. Снежкін Ю.Ф<sup>2</sup>., д.т.н., Петрова Ж.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний Технічний Університет України «КПІ»

<sup>2</sup>Інститут Технічної Теплофізики НАН України;

Сучасна наука і технологія тісно пов'язані з розв'язанням проблем задоволення потреби людства в нових харчових продуктах, у майбутньому їх роль зростатиме ще більше. Перспективним напрямком є використання з їжею функціональних продуктів, а в технологіях переробка функціональної сировини. Одним із напрямків переробки функціональної сировини є спосіб сушіння. Тому вивчення кінетики процесу конвективного сушіння ріпаково-морквяної суміші є важливим технологічним процесом.

При дослідженнях визначали вплив параметрів сушильного агенту на інтенсифікацію процесу сушіння. Ріпаково-морквяна суміш, як об'єкт сушіння, є складною за своєю структурою, фізико-хімічним та біохімічним складом. Вміст термолабільних фітоестрогенів в сировині потребує ретельного дослідження процесу сушіння, особливо це стосується впливу температурних режимів та швидкості руху теплоносія на їх максимальне збереження

Були проведені експериментальні дослідження з сушіння ріпаково-морквяної суміші у діапазоні температур від 60 °С до 100 °С, аналіз отриманих даних показав, що процес сушіння бінарної суміші проходить повністю у другому періоді. В міру поглиблення зони випаровування всередину матеріалу температура його поверхні підвищується, а швидкість вологовіддачі зменшується.

Криві сушки відображають, що зі збільшенням температури теплоносія інтенсивність зневоднення зростає. Від збільшення температури теплоносія тривалість сушіння зменшується, в діапазоні температур від 60 до 70°C скорочується на 8%, а подальше підвищення температури від 70 до 80°C зменшує тривалість на 25%., а від 80 до 100°C – на 16%. (рис. 1).

Зміна температури в середині шару 10 мм, як видно з рис. 2, відбувається більш повільно при режимах сушіння 60, 70°C і більш помітний ріст спостерігається при збільшенні температури до 80 - 100°C.

При температурі матеріалу 60-80°C колір матеріалу не змінювався, а при температурі 100°C відбувалось його незначне потемніння. Із

зростанням температури матеріалу у подрібненому ріпаку підвищується кислотне число.

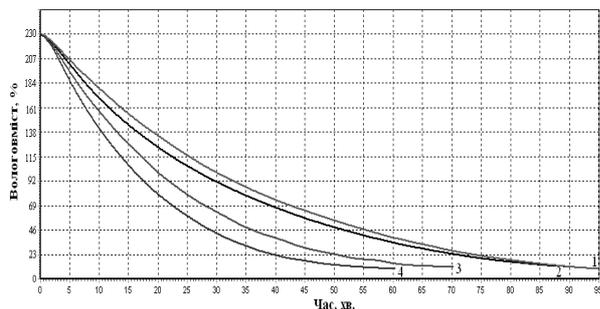


Рис. 1. Вплив температури теплоносія на кінетику сушіння ріпаково-морквяної композиції (1:2)  $\delta = 10$  мм (в) при  $V = 3,5$  м/с;  $W_k^c = 8$  %;  $d = 10$  г/кг с. п.:  
1 – 60°C, 2 – 70 °C, 3 – 80°C, 4 – 100°C.

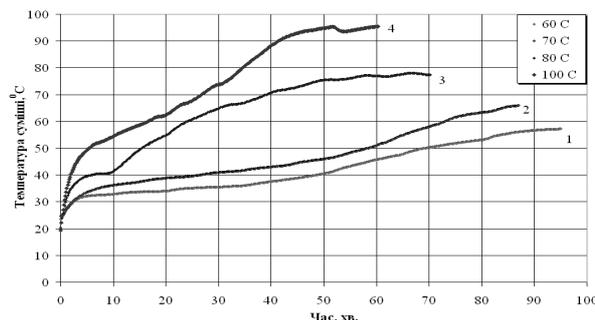


Рис. 2. Вплив температури теплоносія на зміну температури в середині шару ріпаково-морквяної композиції (в)  $\delta = 10$  мм (в) при  $V = 3,5$  м/с;  $W_k^c = 8$  %;  $d = 10$  г/кг с. п.:  
1 – 60°C, 2 – 70 °C, 3 – 80°C, 4 – 100°C.

При температурі 70°C подрібненого матеріалу кислотне число підвищується до критичного рівня 4,2 – 4,5%, а температура 100°C збільшує до значень 9 – 11%, що вже є недопустимим. Проведені дослідження показали, що при 5% кислотного числа відбувається руйнування біологічно активних речовин до 63%. Цілісна оболонка навколо насінин ріпаку захищає жири від впливу температури і тому не відбувається процес окислення.

Створення ріпаково-морквяної композиції дало можливість максимально зберегти кількість жирів та запропонувати режими сушіння фітоестрогенної сировини з температурою теплоносія 70°C, яка є найбільш прийнятною для зневоднення ріпаково-морквяної суміші.

### Література:

1. Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. Ф. Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошоків. – К.: Академперіодика, 2007. – 162 с.
2. Гинзбург А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
3. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности – М.: Химия, 1987

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

УДК 532.137: 666.97

## **ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ ПОКРИТТЯ**

магістрант Шмельова Д.Ю., доц. Андреев І.А.,

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Ребристі плити перекриття (рис. 1) використовують в основному для створення покриття промислових будов. При виготовленні ребристих плит використовують металеву арматуру, з якої роблять сітки потрібної форми й розмірів. Сітки укладають у форму, заливають бетоном і формують вироби під впливом вібрації. Такі плити мають великий попит, їх транспортування здійснюється звичайними тягачами с причепами і напівпричепами, що дозволяє швидко доставити їх на місце будування.

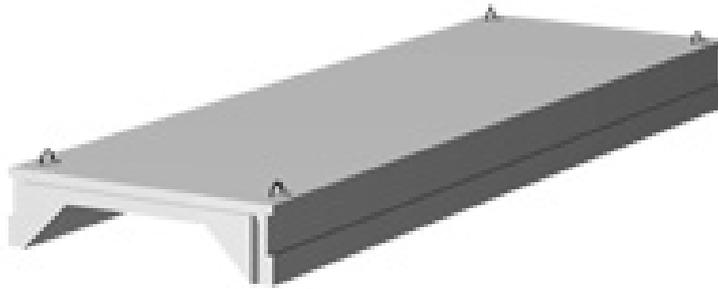


Рис. 1. Плита ребриста залізобетонна 2ПГ6-3АтVт

Дисперсне армування бетону базальтовими фібрами дозволяє досягти покращення його основних фізико-механічних характеристик і зменшити масу виробів порівняно з їх залізобетонними аналогами. Властивості базальтофібробетону дозволяють виготовляти з цього матеріалу не тільки кормушки і лотки для видалення гною в фермах для великої рогатої худоби [1], але і плити покриття.

Віброекструзійне виготовлення базальтофібробетонних виробів було відпрацьоване на дослідно-промисловій установці. Встановлена можливість виготовлення таких плит покриття замість аналогічних залізобетонних виробів 2ПГ6-3АтVт і визначені їх розміри (рис. 2). При цьому металева напружена арматура закладається тільки у ребрах плити.

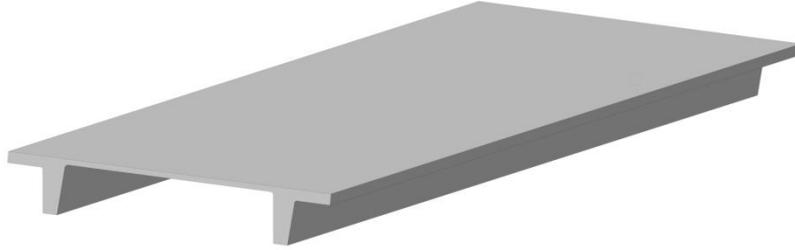


Рис. 2. Базальтофібробетонна плита покриття

Характеристики плит покриття наведені у таблиці.

Таблиця. Габаритні розміри і маси плит покриття

Найменування	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, т
Плита ребриста залізобетонна 2ПГ6-3АтVт	5980	1490	300	1,50
Плита базальтофібробетонна	5980	1490	250	1,08

Випробування показали, що міцність виготовлених базальтофібробетонних плит покриття на руйнівне навантаження перевищує розрахункову у 1,4 рази. Але, після термовологої обробки на деяких плитах у тонкій стінці виявлялися пошкодження, які можна пояснити меншою швидкістю віброекструзії в цьому місці.

Через це у подальших роботах у цьому напрямку планується розробити конструкцію віброекструдера, в якому би забезпечувалась однакова швидкість віброекструзії на всіх ділянках поперечного перерізу формуючого каналу.

#### **Перелік посилань:**

1. *Андреев І.А.* Застосування фібробетонних лотоків / І.А.Андреев, Д.Ю.Шмельова // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: XII всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 15-16 травня 2013 р.): тез. допов. – 2013.– С. 74-75.

УДК621.21

**СТРУМЕНЕВО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ РЕЖИМ  
ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ГУМІНОВО-  
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ, МОДИФІКОВАНИХ БЕНТОНІТОМ**

магістранти Гайдай С.С., Семененко Д.С.,  
проф. Корнієнко Я.М., інженер III кат. Мартинюк О.В.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Для підвищення ефективності гуміново-мінеральних добрив зі змінним співвідношенням поживних розкислюючих та гумінових речовин, вміст яких визначається агро-екологічними умовами регіону їх застосування [1], у регіонах із посушливим кліматом доцільно ввести до їх складу гідроаккумуляційний компонент – бентоніт [2].

Ефективність застосування техніки псевдозрідження під час зневоднення композитних рідких систем для одержання мінерально-гумінових добрив із заданими властивостями визначається умовами гідродинаміки в апараті, а отже розроблення конструкції камери гранулятора та газорозподільного пристрою (ГРП), які сприятимуть підвищенню продуктивності апарата за випаровуваною вологою є актуальним.

**Метою** експериментальних досліджень є визначення ефективності струменево-барботажного режиму псевдозрідження при одержанні азотно-кальцієво-гумінових мінеральних твердих композитів, модифікованих бентонітом.

Дослідження гідродинаміки та кінетики процесу гранулоутворення проводилися на пілотній установці з розмірами камери гранулятора 0,1×0,3×0,8м, у якій установлена направляюча вставка (рис. 1).

Стійкість кінетики процесу гранулоутворення твердих композитів з пошаровою структурою забезпечується інтенсивним рухом твердих частинок із заданою послідовністю. Створення вертикально направленою струменя в нижній частині апарата з подальшим формуванням газових бульбашок великих розмірів забезпечує активний рух частинок у шарі між зонами інтенсивного тепло-масообміну I, висхідного руху II, релаксації III та в горизонтальній площині зони зрошення IV.

Під час проведення дослідів у якості початкових центрів грануляції використовувалися гранули сульфату амонію з домішками гумінових

речовин з еквівалентним діаметром  $D_e=2,1$  мм. На зневоднення подавалась рідка система на основі сульфату амонію з кальцієвими сполуками, гуматами із додатковим додаванням бентоніту з одержанням твердих композитів складу N:Ca:Ga:Бн=18,0:6,0:1,0:1,0, який сорбує вологу.

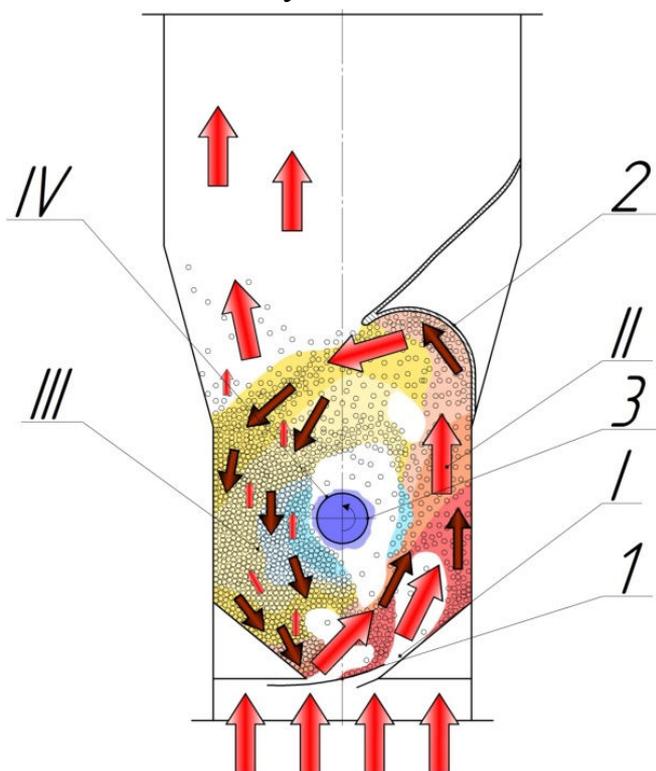


Рис. 1. Організація руху зернистого матеріалу в апараті:

- 1 – газорозподільний пристрій;
- 2 – направляюча вставка;
- 3 – диспергатор; I – зона інтенсивного тепломасообміну; II – зона висхідного потоку; III – зона низхідного потоку; IV – зона зрошення

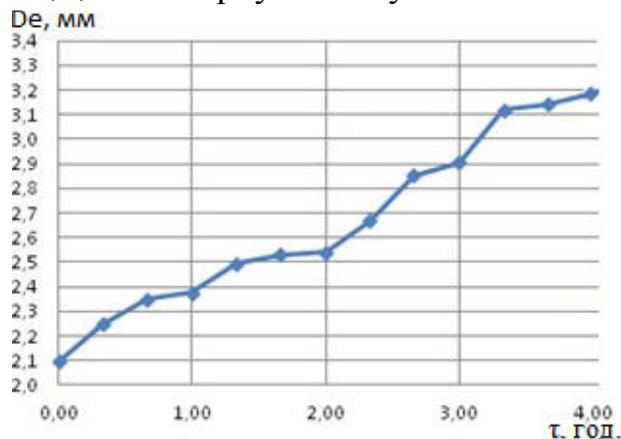


Рис.2. Динаміка зміни еквівалентного діаметра гранул

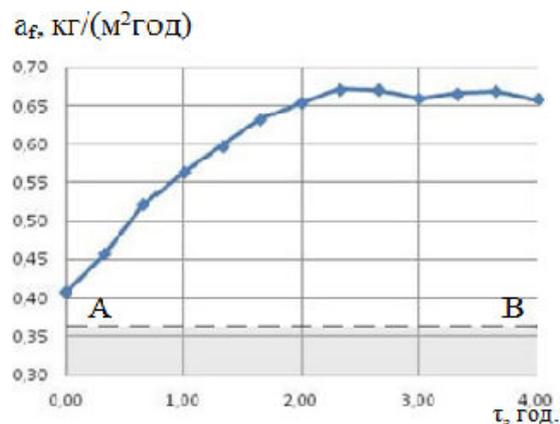


Рис. 3. Динаміка зміни питомого навантаження поверхні шару за вологою  $a_f = f(\tau)$ . АВС – значення параметра  $a_f=0,367$  кг<sub>вол</sub>/(м<sup>2</sup>ГОД) при барботажному псевдозрідженні

Динаміка зміни еквівалентного діаметра гранул, наведена на рис. 2, свідчить про стійку кінетику грануло утворення при досягненні значень навантаження поверхні шару за вологою  $a_f$  у 1,88 раза більших, ніж при звичайному режимі, рис. 3.

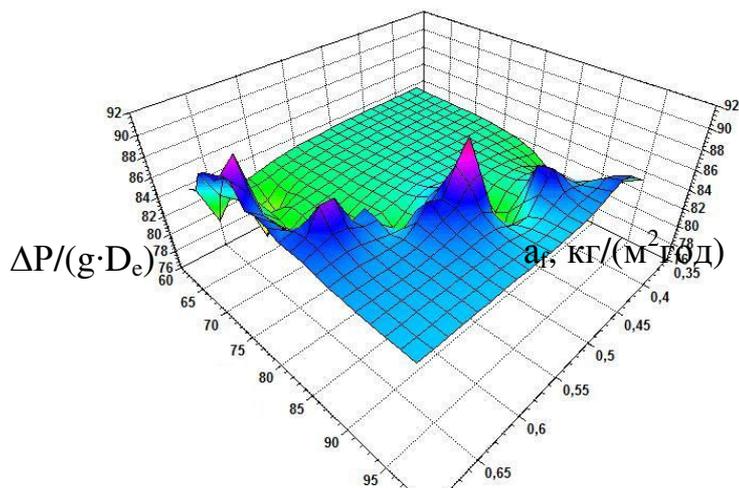


Рис. 4. Залежність  $\psi = f\left(\frac{\Delta P_{ш}}{g \cdot D_e}, a_f\right)$

Узагальнена експеримент-альна залежність коефіцієнта гранулоутворення  $\psi$  від приведеної поверхні шару  $\frac{\Delta P_{ш}}{g \cdot D_e}$  та питомого навантаження поверхні шару за

вологою  $a_f$  визначається як

$\psi = f\left(\frac{\Delta P_{ш}}{g \cdot D_e}, a_f\right)$ , рис. 4, показує

області, у яких коефіцієнт гранулоутворення досягає максимальних значень ( $\psi \geq 91,6\%$ ) при збільшеному питомому навантаженні за вологою  $a_f > 0,52 \frac{\text{кг вологи}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$  і значеннях комплексу  $75 \leq \frac{\Delta P_{ш}}{g \cdot D_e} \leq 87$ .

Такий характер зміни коефіцієнта гранулоутворення пояснюється необхідністю більш ретельного підбору технологічних параметрів під час зневоднення композитних розчинів із вмістом бентоніту.

У подальшому планується проведення дослідів зі зміною хімічного складу робочого розчину, а саме із додаванням соняшникового попелу та варіацією відсоткового вмісту бентоніту. Для організації більш ефективного режиму гідродинаміки в апараті розробляються нові конструкції ГРП, які надалі будуть упроваджені в апарат.

### Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М. Засади техногенної безпеки в агропромисловому комплексі України / Я.М. Корнієнко, Я.М. Заграй, А.І. Буджерак // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2001. – № 3. – С. 129-135.
2. Кононенко Л.В. Кинетика сорбции глинами / Л.В. Кононенко, И.Л. Колябина, В.И. Маничев, Т.И. Коромысличенко // Минералогічний журнал. – 2010. – № 3. – С. 88-95.

УДК 615.1: 615.4: 615.26: 665.5

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ РІДКИХ  
ГЕТЕРОГЕННИХ СЕРЕДОВИЩ (НА ПРИКЛАДІ ЕМУЛЬСІЙНИХ  
КОСМЕТИЧНИХ ПРОДУКТІВ) ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ  
ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ (ДІВЕ)**

Сидоренко В.В., д.т.н. Ободович О.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Модернізація найбільш розповсюджених та найбільш енергоємних технологічних процесів та операцій є однією з першочергових задач. Прикладом таких енергозатратних операцій можуть бути операції, пов'язані з обробкою рідких багатоконпонентних систем. До них відносяться операції перемішування, гомогенізації, диспергування, емульгування, естракції, сатурації та ін. [1]

На сьогоднішній день відомим методом одержання емульсійних косметичних продуктів є процес окремого приготування фаз емульсії та процес їх об'єднання в реакторі при безперервному перемішуванні та нагріванні при додержанні параметрів, встановлених регламентом виробництва. [1]

Недоліком вказаного способу є високі енергетичні затрати та велика тривалість процесу.

В ІТТФ НАН України з метою скорочення часу приготування, зниження енерговитрат та підвищення якості кінцевого продукту була запропонована технологія одержання емульсійних косметичних продуктів за рахунок встановлення в існуючу апаратурно-технологічну лінію вузла роторно - пульсаційного апарату (РПА) в якому реалізується принцип ДІВЕ. [2]

Ділянка основного процесу апаратурно-технологічної лінії виробництва емульсійних косметичних продуктів представлена на Рис. 1.

Застосування нової апаратурної лінії по виробництву косметичних засобів, дозволить зменшити енерговитрати на нагрівання, скоротити тривалість процесу та дозволить отримувати широкий спектр косметичних композицій, як по фазовим співвідношенням, так і по комбінаціям основної та допоміжної сировини.

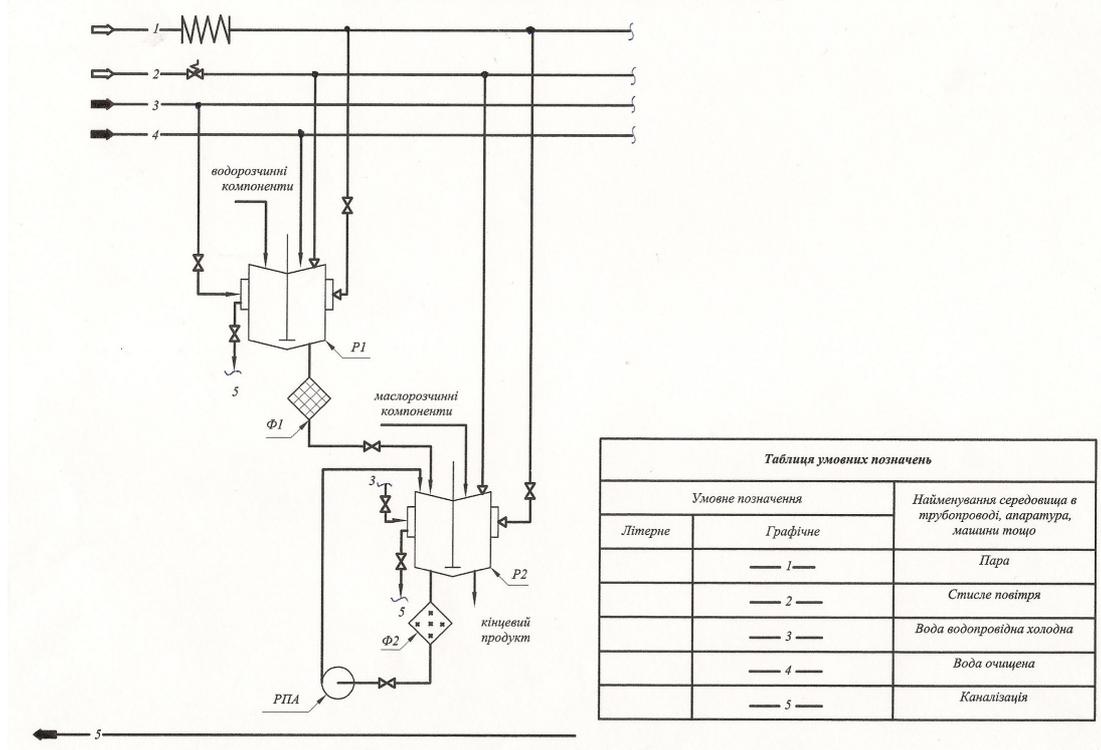


Рис. 1. Апаратурно-технологічна лінія виробництва емульсійних косметичних продуктів. (P1,P2 – реактори – змішувачі; Φ1,Φ2 – трубчасті фільтри, РПА – роторно-пульсаційний апарат)

### Висновки:

Використання принципу ДІВЕ, який реалізується в РПА, для виробництва косметичних кремів, дозволить забезпечити:

- одержання високоякісний косметичний продукт у відповідності до ДСТУ 4765 2007;
- високу продуктивність по кінцевому продукту, скорочення періоду протікання процесу;
- скорочення числа одиниць обладнання, та їх матеріаломісткість;
- зменшення енерговитрат на виробництво одиниці продукції.

### Перелік посилань:

1. Башура А. Г., Гладух Е. В., Киселева Н. П., Прокопенко Т. С. Апаратурные и блок-схемы производства парфюмерно-косметических средств / Национальная фармацевтическая академия Украины. — Х.: Издательство НФАУ, 2001. — 82с.
2. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы Дискретно-импульсного ввода энергии – К: Наукова думка 2008. – 381 стр.

УДК 663.1, 66.974.434

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ ВИПАРНОМУ АПАРАТІ**

Костик С.І., д.т.н. Ободович О.М

Інститут технічної теплофізики НАН України

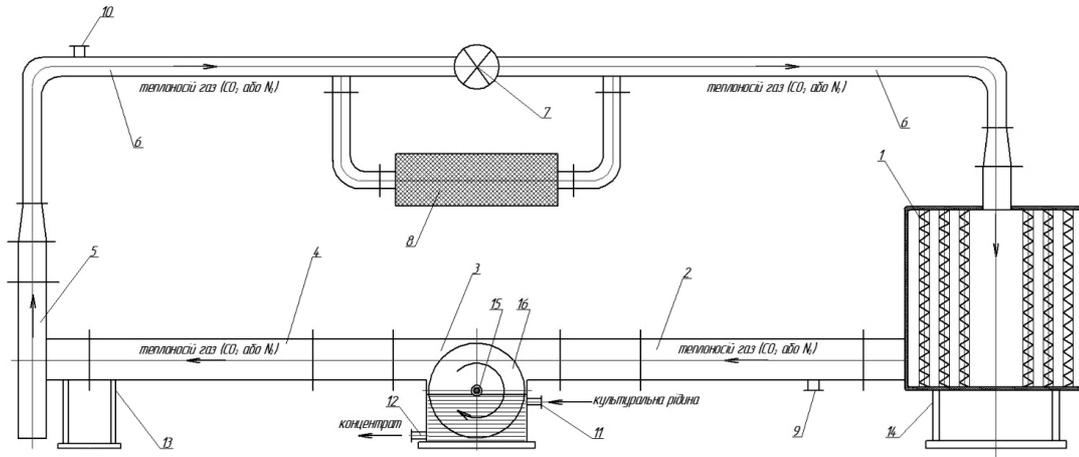
На сьогоднішній день концентрування (зневоднення) термолабільних мікробіологічних матеріалів є актуальною проблемою в мікробіологічній, харчовій та фармацевтичній промисловості. Не менш актуальною задачею є необхідність створення методів та підходів для концентрування анаеробних мікробіологічних препаратів, тобто тих препаратів, які втрачають свою життєздатність при наявності кисню. Концентрування таких мікробіологічних препаратів, являється складною задачею, оскільки в якості теплоносія неможливо використовувати повітря, а також, необхідно вести процес в термолабільних умовах, тобто, тоді, коли температура розчину, що концентрується не перевищує температуру мокрого термометра.

В ІТТФ НАН України запропонований пристрій для концентрування анаеробних мікроорганізмів метаногенів (див. Рис.1), основним апаратом якого є роторно-плівковий випарний апарат (РПВА), який дозволяє концентрувати мікробіологічні матеріали в анаеробних, інертних умовах. Пристрій працює наступним чином: в об'єм РПВА 3, через технологічний штуцер 11 завантажується культуральна рідина, яка підлягає концентруванню до певного рівня, встановленого регламентом. В калорифері 1 відбувається підігрів робочого теплоносія (вуглекислий газ  $CO_2$ ). Вентилятор 5 приводить в рух робочий теплоносій, при цьому відбувається його циркуляція по контуру в об'ємі пристрою. РПВА 3 на валу 15 має ряд дисків 16, які частково занурені в культуральний розчин, що концентрується. Привод 17 РПВА приводить в обертовий рух диски 16, які розміщені на валу 15. Диски 16 при обертанні на своїй поверхні виносять культуральну рідину в зону контакту з теплоносієм, який продувається через об'єм РПВА 3. Частина вологи випаровується з поверхні дисків 16 і разом з теплоносієм рухається по трубопроводу 6. При закритому вентилі 7, теплоносій разом із парами вологи проходить через патрон із силікагелем 8.

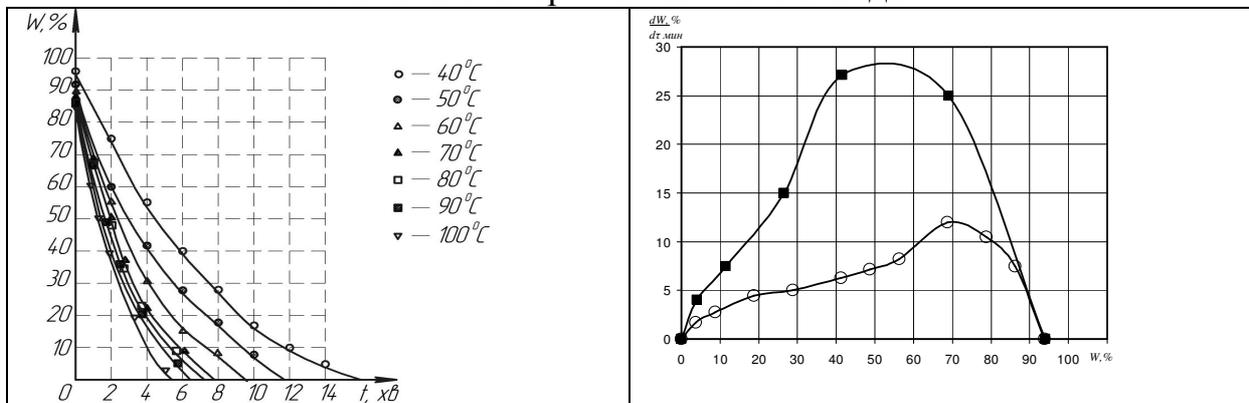
В патроні із силікагелем 8 відбувається поглинання парів вологи, і на виході з патрону у трубопровід 6 повертається тільки робочий теплоносій, який знову потрапляє в калорифер 1, в якому відбувається його підігрів до заданої регламентом температури. Процес повторюється циклічно.

На експериментальному стенді РПВА, були проведені дослідження по концентруванню розчинів метаногенів вирощених на мелясій барді, в

залежності від температури та швидкості теплоносія, ступеню концентрування та рН розчину.



**Рис.1. Схема експериментального станда РПВА**



**Рис.2 Крива швидкості сушки метаногенів вирощених на мелясній барді.**

### **Висновки:**

- запропонована установка для концентрування термолабільних мікробіологічних матеріалів в анаеробних умовах;
- експериментально встановлені оптимальні режими концентрування: нейтральний рН=6-7; швидкість теплоносія  $v=2,8$  м/сек, температура робочого розчину  $40^{\circ}$  С; ступінь концентрування – 2, 3.

### **Перелік посилань:**

1. Михалевич В.В., Процишин Б.Н. Исследование процессов обезвоживания и гранулирования щелочной протеазы, щелочеустойчивой липазы.//Пром. Теплотехника, 2000, т 22. №5-6. С.54-58.
2. Бекер М.Е. Обезвоживание микробной биомассы. Рига, Зинатне, 1967. – 361 с.

УДК 636.084(075.8):532.528

**ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІДКИХ  
ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ПРИ ОБРОБЦІ В РОТОРНО-  
ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ (РПА) МЕТОДОМ ДИСКРЕТНО-  
ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ (ДІВЕ).**

Лимар А.Ю., д.т.н. Ободович О.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Гідравлічні характеристики РПА характеризуються напірно-витратними показниками. На напірно-витратні показники обробки зернової суміші в РПА впливають: кутова швидкість, вміст твердої фази, міжциліндровий зазор [1].

У якості зразків використовувалися пшениця, кукурудза, горох, жито і ячмінь. У процесі експерименту варіювалися зазор між ротором і статором, відсотковий вміст твердої фази і кутова швидкість.

Досліджені залежності зміни величин напору від відсоткового вмісту твердої фази показали, що із збільшенням вмісту твердої фази і зменшенням кутової швидкості, напір зменшується. Це свідчить про те, що при приготуванні рідких кормів найбільш ефективно обробляти середовище з вмістом твердої фази 50 %, зазором 500 мкм. При цьому величина тиску напору рідини становить близько 2,9 кПа.

При подрібненні різних рослинних матеріалів важливим параметром також, є витрата диспергованої зернової суміші. Залежність витрати диспергованої зернової суміші від вмісту в ній твердої фази при зазорах між ротором і статором і кутової швидкості  $v = 5$  м/с показав, що зі збільшенням в обробленому середовищі твердої фази від 10 до 60 %, витрата зменшується від 10 до 1 м<sup>3</sup>/ч. Зменшення зазору від 700 до 300 мкм веде до зменшення витрати.

Важливою енергетичною характеристикою РПА є споживана потужність. Вся потужність підводиться до валу ротора, за винятком механічних втрат, виражається у витратах енергії на втрати тертя в підшипниках і ущільненнях, на подолання опору тертя зовнішньої поверхні диска ротора і диска з лопатками, витрачається на обробку робочого середовища [2]. Згідно з експериментальними даними потужність залежить від кутової швидкості обертання ротора і від вмісту твердої фази в оброблюваному середовищі. Обробляти зернову суміш з водою доцільно при 50 % вмісті твердої фази і кутової швидкості 5-7 м/с. При цьому споживана потужність складе 4,4-4,7 кВт. З урахуванням того, що в РПА використовується електродвигун з встановленою потужністю 5,5 кВт, то втрати потужності при обробці середовища будуть складати 90-95 %.

#### **Висновок**

У результаті проведених досліджень було встановлено оптимальні режими процесу диспергування зернових сумішей, надані рекомендації стосовно розміру зазору, кутової швидкості, процентного вмісту твердої фази у воді. Визначено споживана і корисна потужність електродвигуна.

Отримані результати будуть використанні для розробки регламенту виробництва рідких кормів.

#### **Перелік посилань:**

1. *Долинский А.А., Басок Б.И., Гульий И.С. и др.* Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях. – Киев: Научная книга, 1996. – 208 с.
2. *Басок Б.И.* Оборудование для получения и обработки высоковязких дисперсных сред / Б.И. Басок, А.П. Гартвиг, А.Р. Коба // Пром. теплотехника. – 1996. – №1. – С. 50 - 56.

УДК 532.137: 666.97

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПЛИНУ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В КАНАЛІ СКЛАДНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ**

магістрант І. С. Гончарова, доц. Л.Г.Воронін, доц. І.А.Андреев

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Найпростіші віброекструдери для виготовлення фібробетонних плит містять плоскі збіжні канали, які мають прямокутний поперечний переріз. Але, при формуванні плит за допомогою таких віброекструдерів можливий розрив матеріалу на краях виробу через пониження швидкості плинущої суміші в торцевих зонах каналу. Крайові ділянки плити отримують свою остаточну конфігурацію після процесу віброекструзії при затіканні у віброуючу форму. Це негативно впливає на якість виробів, які формуються з цієї суміші.

Аналіз розрахункових формул показує, що продуктивність у плоских збіжних каналах збільшується з ростом кута нахилу похилої стінки каналу до вертикалі. Ця закономірність була використана при розробці нової конструкції формуючого віброекструдера.

Для забезпечення однорідності фізико-механічних властивостей фібробетонних плоских плит був запропонований формуючий віброекструдер, в якому підвищення якості кінцевого продукту здійснюється за рахунок формування виробів повністю у віброекструдері і дотриманні однакової об'ємної витрати суміші по довжині поперечного перерізу роздавального вікна. У цьому віброекструдері щілиноподібне роздавальне вікно виконано прямокутним, а кут нахилу похилих стінок бункера до вертикалі в торцевих ділянках роздавального вікна має найбільше значення [1]. Таким чином, поперечний переріз формуючого каналу бункера над роздавальним вікном має розширення в торцевих зонах, які збільшуються у напрямку, протилежному плинущої суміші.

Для вирішення задачі плин у каналі скористаємося прямокутною системою координат з напрямком руху вздовж осі  $z$ .

Вважається, що фібробетонна суміш у вібраційному полі являє собою псевдо ньютонівську систему. У випадку ламінарного ізотермічного плин нестисливої ньютонівської рідини у наведеному каналі рівняння Нав'є-Стокса приймає наступний вигляд:

$$\Delta U_z = \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2} = \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z}. \quad (1)$$

Для області з контуром криволінійної форми  $\Gamma$ :

$$U_z(x, y)|_{\Gamma} = 0. \quad (2)$$

Крайові умови задачі встановлені з припущення про нерухомість рідини біля стінок каналу.

Розв'язання задачі (1), (2) проводимо методом скінчених різниць. З цією метою введемо рівномірну по кожному напрямку різницеву сітку:

$$\bar{\omega} = \{x_i = (i-1)h; y_j = (j-1)l; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k\},$$

де  $h$  і  $l$  – кроки сітки по координатах  $x$  і  $y$ .

На сітці  $\bar{\omega}$  задачі (1), (2) поставимо у відповідність різницеві рівняння, апроксимуючи похідні скінчено-різницеви співвідношеннями. Тоді в індексних позначеннях отримаємо:

$$[(U_{i-1,j} - 2U_{i,j} + U_{i+1,j})/h^2] + [(U_{i,j-1} - 2U_{i,j} + U_{i,j+1})/l^2] = \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z}; \quad (3)$$

$$U_{i,j}|_{\Gamma} = 0. \quad (4)$$

У випадку області довільної форми, що задовольняє умові, лінії сітки, паралельні осі  $y$ , можуть перетинати границі  $\Gamma$  тільки у двох точках, систему алгебраїчних рівнянь (3), (4) будемо вирішувати методом блочної ітерації із застосуванням прогонки по рядку.

#### **Перелік посилань:**

1. Пат. 78385 Україна, МПК (2013.01) B28B 13/00. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / Андреев І.А., І. С. Гончарова; заявник і патентовласник вони ж. – № u201213501; заявл. 26.11.2012; опубл. 11.03.2013, бюл. № 5.

УДК 621.21

## **ДИСПЕРГУВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР**

магістранти Семененко Д.С., Гайдай С.С., проф. Корнієнко Я.М.,  
інженер III кат. Мартинюк О.В., асистент Михальчук О.Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одержання органо-мінеральних композитів з рівномірним розподіленням мінеральних та органічних компонентів по всьому об'єму гранули пов'язане з якістю диспергування композиційної рідкої фази в псевдозріджений шар.

Експериментально встановлено, що найбільш доцільною для диспергування гетерогенних рідких систем є конічна форма диспергатора, яка забезпечує пошаровий механізм утворення мінерально-гумінових твердих композитів.

Метою досліджень було визначення максимальної продуктивності на один диспергатор, яка не призводила б до агломераційного механізму утворення гранул.

Для цього необхідно детально дослідити геометрію факелу розпилу диспергаторів різних конструкцій. З цією метою на стенді було проведено досліди з використанням конічного перфорованого з фторпласту та двохконічного металевого диспергатора. Кількість обертів регулювалася за допомогою строботачометра. Визначення розподілень у факелі розпилу проводилося вловлюванням крапель в касету, яка встановлювалася на певній відстані від крайки диспергатора. В якості модельної рідини було використано робочий розчин з концентрацією сухих речовин 37%.

Згідно з методикою, викладеною в [1], для встановлення залежності щільності масового розподілення від довжини диспергатора (рис. 2) було побудовано схему визначення розподілення рідини по довжині диспергатора (рис. 1).

Таким чином, при диспергуванні конічним перфорованим диспергатором база зони зрошення по довжині складає близько 50 мм (від 20 мм до 72 мм) рис. 2а. При цьому максимальна щільність зрошення досягає 0,051 (1/мм). В той же час, при диспергуванні двохконічним диспергатором база зони зрошення по довжині становить 13 мм (від 32,5

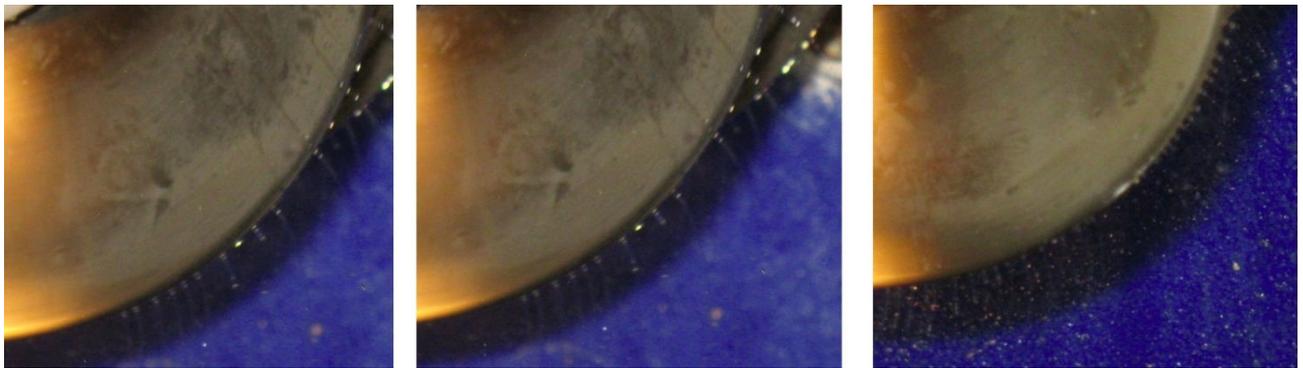


( $G=11,7$  кг/год) витратах розчину можна оцінити за фотографіями, зображеними на рис. 4.



а) –  $G=4,2$  кг/год                      б) –  $G=6,9$  кг/год                      в) –  $G=11,7$  кг/год  
 $V_{л}=10,2$  м/с                                       $V_{л}=10,2$  м/с                                       $V_{л}=10,2$  м/с

Рис. 3 . Фотознімки диспергування рідини конічним перфорованим диспергатором (збільшення в 1,2 рази)



а) –  $G=4,2$  кг/год                      б) –  $G=6,9$  кг/год                      в) –  $G=11,7$  кг/год  
 $V_{л}=11$  м/с                                       $V_{л}=11$  м/с                                       $V_{л}=11$  м/с

Рис. 4. Фотознімки диспергування рідини двохконічним диспергатором (збільшення в 2 рази)

При диспергуванні рідини двохконічним диспергатором теж утворюються струмені, але значно менші, ніж у конічного диспергатора з незмочуваної поверхні, що пояснюється більшою величиною відцентрової сили.

Виходячи з цього, в подальшому плануються дослідження, щоб перевірити, чи є прийнятними для реального процесу струмені, які утворюються при диспергуванні конічним диспергатором з фторпласту.

#### **Перелік посилань:**

1. Корнієнко Я.М., Сачок Р.В. Процеси переносу в дисперсних системах: Навчальний посібник. – Київ, 2011 – 132с.

УДК 691.213.5

## **ВИКОРИСТАННЯ СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ В БУДІВЕЛЬНИЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

магістрант Орішкевич С.О., доц. Собченко В.В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Теплоізоляційні наповнювачі на сьогоднішній день є одним із основних компонентів будівельних матеріалів типу легких бетонів і теплоізоляційних будівельних розчинів (штукатурки). Додавання певних типів наповнювачів дає змогу покращити теплові властивості будівельних матеріалів.

Існують різноманітні типи теплоізоляційних наповнювачів. Спучений перліт на сьогоднішній день є одним з найвисокоєфективніших утеплювачів в світі, біологічно стійкий, інертний, негорючий, легкий і сипучий матеріал.

Він застосовується в чистому вигляді для теплоізоляційних засипок, особливо в кисневих комплексах, у вигляді штукатурок, розчинів, перлітоцементних, пластоперлітових і перлітостекольних виробів.

Штукатурні розчини, приготовані з піску перлітового спученого, поряд з поліпшеною декоративною обробкою поверхні стін, збільшують їх теплозахисну здатність, підвищують комфортабельність внутрішніх приміщень за рахунок високої звукобурної здібності, збільшують вогнестійкість конструкцій.

Перлітові штукатурні суміші застосовуються для поліпшення теплотехнічних, звукоізоляційних і акустичних властивостей огорожувальних конструкцій (стін, перегородок і перекриттів) житлових, громадських і виробничих приміщень, їх підвалів, виконаних з цегли, бетонних, залізобетонних, керамзитобетонних та інших конструкцій. Твердіння розчинів відбувається в природних умовах.

За опором теплопередачі шар перлітової штукатурки товщиною 30 мм еквівалентний 15 см цегляної кладки. Звукопоглинання штукатурки в 1,5 рази вище, ніж у цегли. Вогнестійкість конструкцій, захищених перлітовою штукатуркою, в 2 рази вище, ніж у конструкцій із звичайною штукатуркою [3].

Спучений перлітовий пісок залежно від розміру зерен розподіляється на фракції [2]:

- Звичайний- із зернами будь-яких фракцій розміром менше 5 мм;
- Більший - із зернами розміром 1,25-5 мм;
- Середній - від 0,16 до 2,5 мм;
- Дрібний - з зернами розміром 0,16-1,25 мм;
- Пудра - із зернами розміром менше 0,16 мм.

Спучений перліт одержують шляхом випалу подрібненого природного перліту в спеціальних печах. Температура спучування перліту залежить від його природних властивостей і знаходиться в межах від 850 до 1250 °С.

Промислове добування перліту в Україні здійснюється на родовищі Фогош Закарпатської області. Характеристика перлітового піску із цього родовища приведена в таблиці 1 [1].

Таблиця 1 - Характеристика перлітової сировини родовища Фогош

Найменування зразка	Щільність (непориста), г/см <sup>3</sup>	Щільність зерна (з порами), г/см <sup>3</sup>	Пористість зерен, %
Масивний темно-сірий	2,38	2,08	12,6
Масивний світло-сірий	2,38	1,51	36,6
Перлітова брекчія	2,37	1,57	37,0

### **Перелік посилань:**

1. Содержание журнала «Керамика: наука и жизнь», №4(14), 2011 [http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/knizh/2011\\_4/3.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/knizh/2011_4/3.pdf) від 15.10.2013.
2. ГОСТ 10832-91 «Песок и щебень перлитовые вспученные».
3. Алексеева Л.В. Технологические особенности производства вспученного перлита из сырья различных месторождений. //К.: Строительные материалы и изделия. - 2005. - №6. - С.25-29.

УДК 628.16.081

**ПЕРСПЕКТИВИ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ МЕМБРАННИХ  
МОДУЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛОКАЛЬНОГО ЗАКИПАННЯ**

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

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

В наш час екологічні проблеми дуже тісно пов'язані з якістю стічних вод. За складом вони являють собою широкий спектр рідин, що містять у собі різні хімічні елементи, органічні та неорганічні домішки, що є досить небезпечними для людини та навколишнього середовища. Тому рівень шкідливих та токсичних речовин не повинен перевищувати рівень гранично допустимої концентрації (ГДК).

До способів очистки вод можна віднести: відстоювання, фільтрацію, дистиляцію, обробку коагулянтами та флокулянтами, очистка вод абсорбентами, зворотній осмос та інші.

Зворотній осмос є найбільш використовуваним. При проведенні процесу зворотного осмосу використовуються органічні та неорганічні мембрани, які з часом через забруднення можуть виходити з ладу. Зазвичай, використані модулі зворотного осмосу підлягають утилізації. Утилізацію зворотньоосматичних модулів проводять шляхом спалювання або зберігання на відкритій ділянці, при якій під дією сил природи або окислення при горінні може відбуватися руйнування мембрани та вивільнення затриманих нею речовин в оточуюче середовище, що призводить до його забруднення. Тому проблема очистки мембран процесу зворотного осмосу є актуальною.

При роботі мембранного модуля виникають поляризаційні явища, в наслідок яких можливе утворення забруднень на поверхні мембрани [1], що не пройшов крізь неї. Це створює додатковий гідравлічний опір, що

знижує продуктивність мембрани. Для усунення осаду використовують декілька методів: гідравлічна очистка, механічна очистка, хімічна очистка. Найбільш поширеними з цих способів очистки є гідравлічна та хімічна очистка. Суть гідравлічної очистки полягає в зворотній промивці мембранного модуля з метою видалення осаду. При такій промивці використовується велика кількість енергії для прокачування миючої рідини крізь мембранний модуль, але при цьому коефіцієнт видалення осаду дуже низький. Було запропоновано виконувати очистку мембранного модуля шляхом локального закипання рідини і локального утворення бульбашок відділяти осад від мембрани та видаляти його з мембранного модуля.

Оскільки мембранні модулі процесу зворотного осмосу дуже чутливі до підвищених температур, то є неможливим використовувати високі температури для закипання рідини. Тому для закипання промивної рідини, в даному випадку – води, використовують розрідження. За [2] температура закипання води при абсолютному тиску  $P_{\text{абс}}=4$  кПа  $t_{\text{зак}}=28,6$  °С, що відповідає нормальним умовам роботи мембранних модулів.

Це дозволяє проводити очистку мембранних модулів з максимальною ефективністю та з можливістю в подальшому використовувати вивільнений осад в технологічних цілях, наприклад – виробництво мінерально-гумінових добрив.

### **Перелік посилань:**

1. «Введение в мембранную технологию» М.Мулдер,– Пер. с англ. М: «Мир», 1999. – 513 с.;
2. «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии» К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, - Л.: «Химия», 1987.-576 с..

УДК 66.021.3/4

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛООБМІНУ У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ**

магістрант Бірюк Д. О., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Процес теплообміну між стінкою апарата та рідиною, що нагрівається, може бути суттєво інтенсифікований механічним перемішуванням стікаючої плівки рідини. Це досягається в роторно-плівкових апаратах, які практично незамінні при переробці в'язких рідин та середовищ, що кристалізуються. Випарні установки широко використовуються в різних галузях промисловості: в хімічній, фармацевтичній, металургійній, харчовій, целюлозно-паперовій та ін.

Роторні плівкові апарати в порівнянні з випарниками інших типів мають ряд переваг [1]:

- малий час перебування рідини в робочій зоні, що важливо при переробці термочутливих продуктів;
- зменшення піноутворення при випарюванні речовин, що сильно піняться;
- високе відношення початкових витрат розчину до виходу кінцевого продукту;
- можливість упарювання в'язких рідин та отримання готових продуктів у вигляді сухого порошка.

В РПА невеликий час перебування рідини на гріючій поверхні, що обумовлене малим утримуваним об'ємом. Також вони практично не мають застійних зон, завдяки чому короткий час будь-якого об'єму рідини. Для РПА він складає 5-6 сек, для ректифікаційної колони – 6-60 год.

Для оцінки часу перебування рідини в РПА необхідно знати його утримуючу здатність – об'єм рідини, яка знаходиться в апараті наданий момент [2] (рис. 1).

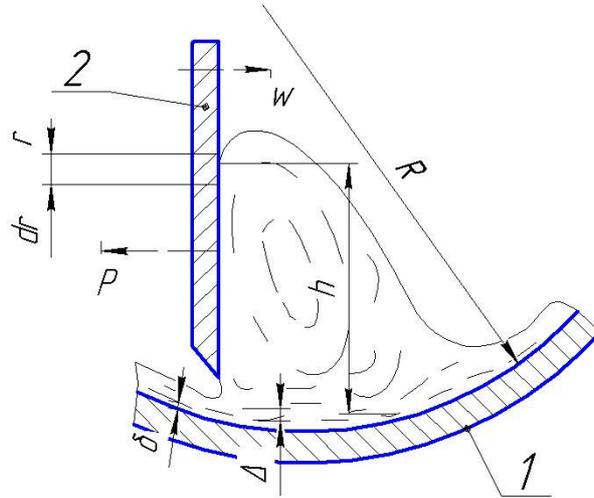


Рис. 1. розподілення рідини в перетині апарата: 1 – корпус;  
2 – лопать ротора

Метою даної роботи є дослідження гідродинаміки та теплообміну в роторно-плівковому апараті мінімальної густини зрошення та визначення співвідношення вертикальної і горизонтальної складових швидкості, інтенсивності тепловіддачі до рідини в апараті.

#### **Перелік посилань:**

1. Соколова Н. В., Яблокова М. А. Апаратура микробиологической промышленности. – Л.: Машиностроение. Ленингрд. Отд-ние, 1988. – 278с.
2. Соколов В. Н., Доманский И. В. Газожидкостные реакторы. Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1976. 216 с.

**УДК 544.032.2**

**НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КИСЛИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СПОСОБОМ  
ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ**

магістрант Яроцький С.М., ст.. викл. Целень Б.Я.

Інститут технічної теплофізики НАН України,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Очищення стічних вод від шкідливих речовин є однією з найголовніших проблем промислових об'єктів. Поступове погіршення екологічної обстановки призводить до зниження ГДК на шкідливі речовини виробничих відходів і, відповідно, до зростання витрат на їх очистку.

Розглянуто спосіб хімічного очищення стічних вод нейтралізацією. Нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де застосовуються кислоти. Найпоширенішими методами нейтралізації є змішування кислих стічних вод з лугами, додавання реагентів (вапно, карбонати кальцію та магнію, аміак тощо) і фільтрування через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит, крейда, вапняк тощо).

Застосування вищезгаданих методів дозволяє повністю нейтралізувати стоки, але призводить до появи в них продуктів реакції, які, в окремих випадках, потребують утилізації. Під час перебігу процесу нейтралізації необхідно також забезпечувати стабільне співвідношення витрат нейтралізуючого реагента і стічних вод.

Запропоновано новий, якісний та економічно доцільний метод очищення стічних вод за допомогою способу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ), що полягає у створенні умов, які забезпечують при локальному введенні енергії в технологічну систему її дискретний розподіл в просторі і наступний імпульсний вплив на протязі короткого проміжку часу [1]. На основі проведених попередніх досліджень отримано результати, які вказують на підвищення рН кислих рідин після обробки [2]. Цей спосіб має ряд переваг над хімічним, а саме: низькі питомі

енерговитрати, відсутність реагентів для нейтралізації і нижчий вміст шкідливих речовин в нейтралізованих стоках.

Дослідження проводили з використанням роторно-пульсаційного апарата (РПА). Суть обробки полягає в миттєвому скиданні тиску в міжциліндровому зазорі при перекриванні каналів за короткий проміжок часу, що призводить до інтенсивного механічного впливу на рідину.

Принципова схема РПА показана на рис.1.

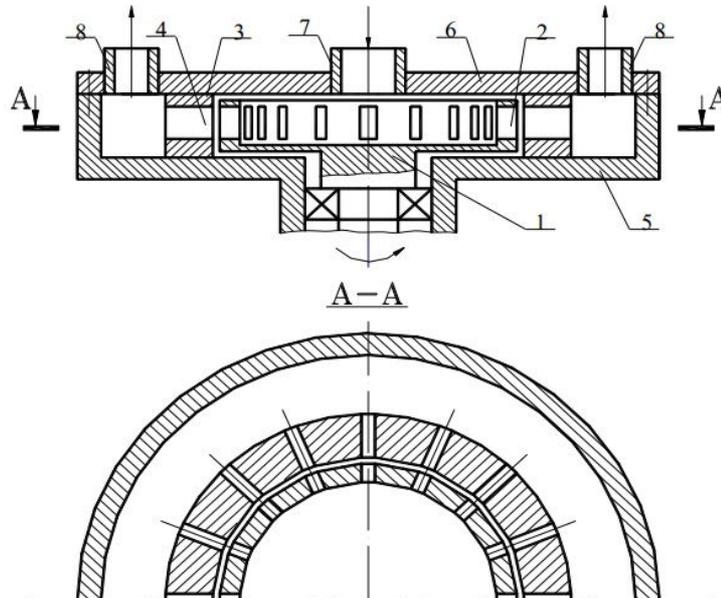


Рис.1 . Принципова схема роторно-пульсаційного апарата:  
1– ротор; 2 – канали ротора; 3 – статор; 4 – канали статора;  
5 – корпус; 6 – кришка; 7 – вхідний патрубок;  
8 – вихідний патрубок.

Таким чином, нейтралізація кислих стічних вод за допомогою РПА – це новий, перспективний метод, який потребує поглибленого вивчення перебігу процесу нейтралізації з метою вибору оптимальних технологічних і конструктивних параметрів і може знайти широке застосування в промисловості.

#### **Перелік посилань:**

1. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа. Теория и практика // Москва – Машиностроение. – 2001 – С.247.
2. Шурчкова Ю.О., Коник А.В. Исследование влияния дискретно-импульсного ввода энергии на физико-химические показатели воды // Пром. теплотехника. – 2009. – Т.31, №3. – С.108–112.

УДК 631.825;631.833

## **СТВОРЕННЯ ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ В ПРИСУТНОСТІ БЕНТОНІТУ ТА ГУМІНОВИХ КОМПОНЕНТІВ**

магістрант Степчук І.В., доц. Степанюк А.Р.  
Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"

Добрива на сьогоднішній день є одним із провідних інструментів в руках сучасного фермера, вдале використання яких здатне вчинити вирішальний вплив на якість врожаю. Внесення необхідної кількості мінеральних речовин дозволяє поліпшити підкорм рослин [1].

Асортимент мінеральних добрив, що випускаються, включає прості, що містять тільки одну діючу (поживну) речовину — азот, фосфор або калій і комплексні, містять два або більш діючих речовин. Комплексні добрива можуть містити не тільки макроелементи (азот, фосфор, калій, магній, марганець, сірку і ін.) але і мікроелементи (бор, молібден і ін.). За способами виготовлення комплексні добрива ділять на складні, отримані в результаті хімічних процесів, і змішані, готуються шляхом механічного змішення простих добрив. Найважливішим показником якості добрив є вміст в них корисних для рослин - діючих речовин [2].

Сульфат амонію (сірчано-кислий амоній) - ефективне азотне добриво. Воно забезпечує значний приріст врожаю чаю, жита, картоплі, бавовни, рису, вівсу, цукрового буряку. З успіхом конкурує з кращими азотними добривами. Крім азоту має в своєму складі сірку - необхідний елемент живлення сільськогосподарських культур. Містить 20,8-21% азоту в амонійній формі і до 24% сірки. Забезпечує значний приріст врожаю, характеризується пролонгованою дією та інсектицидними властивостями. Фізико-хімічні показники сульфату амонію наведені в таблиці 1 [3].

Таблиця 1 - Фізико-хімічні показники сульфату амонію

Найменування показника	Норма
Масова частка, %:	
• Азоту в перерахунку на суху речовину, не менше	21
• Сірки в перерахунку на SO <sub>3</sub>	21
• Вільної сірчаної кислоти, не більше	0,03
• Води, не більше	0,2

Бентоніт - це мінеральні утворення, що відносяться до класу алюмосилікатів, що мають високу дисперсність, тобто володіють розміром кристалів на рівні менше 1 мкН. і, внаслідок цього, що мають велику питому поверхню. Особливості кристалохімічної будови бентонітів обумовлюють наявність на їх поверхні іонообмінних катіонів, досить

сильно впливають на фізико-хімічні властивості мінералів. Хімічний склад бентонітів наведений в таблиці 2 [4].

Таблиця 2- Хімічний склад бентоніта

Речовина	%	Речовина	%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,55	K <sub>2</sub> O	0,92
SiO <sub>2</sub>	52,30	Na <sub>2</sub> O	1,92
TiO <sub>2</sub>	0,95	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12
CaO	5,49	MgO	3,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,2	S	0,36

Гумінові кислоти - високомолекулярні аморфні темнофарбовані органічні речовини, будова яких остаточно не встановлена. Гумінові кислоти містяться у торфі (до 50%), в земляному бурому вугіллі (до 60%). У ґрунтах максимальна кількість гумінових кислот міститься в чорноземі (до 10%). Гумінові кислоти утворюються при бактеріальному розкладанні відмерлих рослинних залишків, а також при тривалому впливі кисню атмосфери або пластових вод на органічні речовини [5]. Гумати або солі гумінових кислот здатні підвищувати стійкість рослин до різних несприятливих факторів, відновлювати родючість ґрунту, підвищувати врожайність культур. Це продукти з мінімальним вмістом баласту, високим вмістом біологічно активних речовин, з гарантовано стабільними властивостями, що забезпечують точне дозування і прогнозовано високу ефективність дії [6].

#### **Перелік посилань:**

1. <http://ukr.b-t.in.ua/dobryva>.
2. [http://spil.ucoz.ua/load/gorodina/korotka\\_kharakteristika\\_mineralnikh\\_do\\_briv](http://spil.ucoz.ua/load/gorodina/korotka_kharakteristika_mineralnikh_do_briv) від 18.12.2011.
3. ГОСТ 9097-02; ТУ У 00203826.014-96.
4. [www.bentoprom.com](http://www.bentoprom.com).
5. Рістрегулююча активність гуматів/В. Сергієнко- Інститут захисту рослин НААН, «Агробізнес Сьогодні» №8, квітень 2013.
6. Теорія проникнення гумінового речовини всередину рослини/О. Жуков головний агроном СФГ "Грібенніков С.А.", ТОВ НВП "Біотехнологія".

УДК 66.067.55

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ НАДЦЕНТРИФУГИ.**

магістрант Сидоренко О.П., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

З метою значного збільшення швидкості осаджування та інтенсифікації процесів розділення неоднорідних систем у промисловості широко використовуються процеси центрифугування, у яких на частинки дисперсної фази діють штучно утворені інерційні – відцентрові сили, що у сотні і тисячі разів перевищують сили їх власної ваги – гравітаційні [1].

Використання відцентрових сил дозволяє ефективно – швидко та краще розділяти запилені гази, суспензії, емульсії і навіть із газової суміші виділяти ізотопи газів.

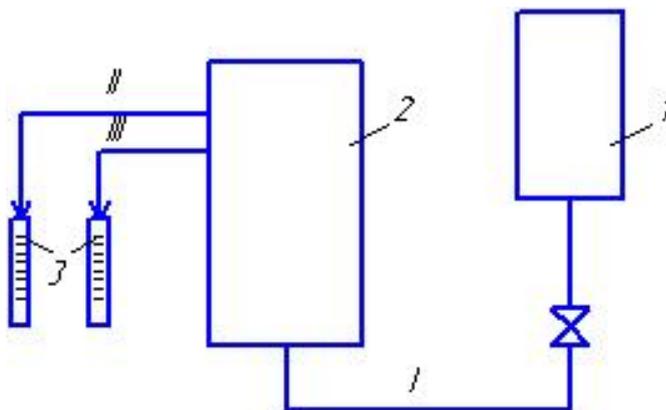
Коли мала концентрація твердої фази і малі геометричні розміри потрібно використовувати центрифуги з великою роздільною здатністю. Основною характеристикою роздільної здатності центрифуг є фактор розділення – відношення відцентрової сили до сили тяжіння. За частотою обертання барабана центрифуги умовно поділяються на нормальні центрифуги (фактор розділення  $\Phi_r < 3500$ ) та надцентрифуги (фактор розділення  $\Phi_r > 3500$ ) [2]. Тому у разі необхідності досягнення високого ступеня розділення, доцільно застосовувати надцентрифуги.

Для розділення емульсій і прояснення тонких дрібнодисперсних суспензій із низьким (до 1% мас. ) вмістом твердої фази використовують високошвидкісні трубчасті надцентрифуги, у яких при малому діаметрі ротора і великій частоті його обертання досягається високий фактор розділення.

Мастильні матеріали широко застосовуються в сучасній техніці, з метою зменшення тертя в рухомих механізмах, та з метою зменшення тертя при механічній обробці конструкційних і інших матеріалів на верстатах (точіння, фрезерування, шліфування і т. д.). У залежності від

призначення і умов роботи мастильних матеріалів, вони бувають твердими, напівтверді, напіврідкими, рідкими (автомобільні і інші машинні масла), газоподібними (вуглекислий газ, азот, інертні гази). В якості досліджуваної речовини застосовуватиметься машинне масло, оскільки в ньому присутні дрібнодисперсні частинки які важко виділити звичайними методами.

Метою даної роботи є розробка фізичної та математичної моделей гідродинаміки надцентрифуги, вибір та обґрунтування методів розв'язання математичної моделі. Створена лабораторна установка, Рис. 1, для дослідження гідродинаміки, проведення лабораторних досліджень на основі відділення масла від домішок.



1 – бак подачі суміші; 2 – надцентрифуга; 3 – мірна колба; I – суміш;  
II – вихідна речовина №1; III – вихідна речовина №2.

Рис. 1. схема дослідницької установки надцентрифуги

### **Перелік посилань**

1. Гідромеханічні процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв : навчальний посібник / Врагов А.П. – Суми: Алан-екс, 2003. – 232с.
2. Процеси та обладнання хімічної технології : підруч. / Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонок та ін.. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – Ч. 2. -416 с. Бібліогр.: с.415-415.

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

УДК 532.501: 662.33

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ ПРИ  
ЕКСТРАГУВАННІ  
В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ ДИСПЕРГАТОРІ**

аспірант Гоженко Л.П., с.н.с. Чайка О.І.,

д.т.н., пр.н.с. Іваницький Г.К.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Створення та впровадження ефективних технологічних апаратів з малою питомою енергоємністю, високим ступенем енергетичного впливу на оброблювані речовини є основою збільшення продуктивності обладнання і зниження енерговитрат на проведення технологічних операцій. Для інтенсифікації технологічних процесів, пов'язаних з руйнуванням твердих або рідких дисперсних частинок найефективніше використовувати кавітаційний механізм.

На сьогодні застосування апаратів з використанням кавітаційних ефектів є найшвидшим, найефективнішим та економічно вигідним методом вилучення біологічно-активних компонентів. В результаті високочастотного перепаду тисків, зародження і ріст парових бульбашок реалізується всередині матеріалу, що сприяє витісненню екстрагенту з капілярів і внутрішніх пор. Подальше схлопування бульбашок приводить до руйнування клітинних структур і, отже, до додаткового вилучення екстрагуємих компонентів.

Проведені експериментальні та аналітичні дослідження показали, що причиною формування, інтенсивного росту і наступного схлопування кавітаційних бульбашок являється ініціювання ефектів гідравлічного удару, що виникає в рідинному тракті пульсаційного диспергатора внаслідок різкого гальмування рідини.

На основі математичної моделі гідродинамічних і термічних процесів в пульсаційному диспергаторі і моделі динаміки ансамблю бульбашок, розглянута еволюція кавітаційного кластеру в трубці екстрактора протягом одного циклу роботи. Визначені величини амплітуди мікроімпульсів тиску від окремих бульбашок кавітаційного кластеру та величина сумарного акустичного імпульсу залежно від режимних параметрів диспергатора: періодичності імпульсів, величини вихідного тиску тощо. Розраховані зміни тиску в фіксованих перерізах газового та рідинного трактів.

В результаті проведених досліджень визначені раціональні геометричні розміри апарата та оптимальні режими роботи залежно від характеристики оброблюємої суміші для досягнення максимальної ефективності кавітаційних процесів.

УДК 691.327

## **НОВІ ФАСОННІ ВИРОБИ З СПІНЕНОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛУ**

магістранти Назарчук В. В., Хотинецький М. І., ст. викл. Двойнос Я. Г.,

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Теплоізоляція трубопроводів мереж гарячого водопостачання та теплових мереж [1] виконується спіненим поліуретаном (PPU), показники цього теплоізоляційного матеріалу: густина  $\rho \geq 60 \text{ кг/м}^3$ ; стійкість до стиску при 10% деформації  $\sigma_{10\%} \geq 300 \text{ кПа}$ ; водовбирання при кип'ятінні протягом 90 хв, за об'ємом  $\phi_v \leq 10\%$ ; ефективна теплопровідність при температурі  $50^\circ\text{C}$ ,  $\lambda \leq 0,033 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , робоча температура до  $140^\circ\text{C}$ . Розвиток виробництва та споживання плит з екструдованого пінополістиролу (XPS) [2] довів переваги цього сучасного тепло- та звукоізоляційного матеріалу, а саме: теплопровідність  $\lambda \leq 0,037 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}\right)$ ; густина  $\rho \geq 35 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ ; границя міцності на стиск при 10% лінійній деформації  $\sigma_{10\%} \geq 160 \text{ кПа}$ ; водопоглинення за масою  $\phi_m \leq 2,0\%$ ,  $\phi_v \leq 0,07\%$ ; робоча температура до  $85^\circ\text{C}$ . Використання антипіренів дозволяє забезпечити пожежну безпеку. Новий матеріал широко застосовується у тепло-, вібро- та звуковій ізоляції будинків (стіни, дах, підлога). Робоча температура матеріалу до  $85^\circ\text{C}$ . Розміри плит –  $1200 \times 600 \text{ мм}$ , товщини 20, 30, 50, 100 мм. З метою стиківки та центрування по площині країки плит мають форму сходин, що є додатковою перевагою для запобігання утворенню “мостів холоду”.

Перевагою XPS перед PPU є менша токсичність продуктів згоряння, у 140 разів кращі показники водопоглинення, низька вартість сировини; недоліком, - зменшена робоча температура. Аналіз властивостей XPS дозволив зробити висновок про можливість його використання для теплоізоляції трубопроводів з робочою температурою до  $85^\circ\text{C}$  у вигляді шкарлуп Рис. 1. Такі шкарлупи з PPU широко використовуються в ізоляції стиків труб, будівництві та ремонті трубопроводів. Сегменти і напівциліндри з екструзійного пінополістиролу промислово виробляються тільки на заводі ТІСплекс [3] (м. Єкатеринбург, РФ), Рис. 2. Розміри нових фасонних виробів визначаються із зовнішніх діаметрів сталевих труб ( $\emptyset 32 \times 3$ ;  $38 \times 3$ ;  $45 \times 3$ ;  $57 \times 3$ ;  $76 \times 3$ ;  $89 \times 4$ ;  $108 \times 4$ ;  $133 \times 4$ ;  $159 \times 4,5$ ;  $219 \times 6$ ;  $273 \times 7$ ;

325x7; 426x7; 530x7; 630x8; 720x8; 820x9; 920x10; 1020x11), на які вони одягаються, та внутрішнього діаметру зовнішньої оболонки (оболонка з поліетилену, або оцинкованої листової сталі Ø90x2,2; 110x2,5; 125x2,5; 140x3,0; 160x3,0; 180x3,0; 200x3,2; 225x3,5; 250x3,9; 280x4,4; 315x4,9; 355x5,6; 400x5,6; 450x5,6; 500x6,2; 560x7,0; Ø630x7,9; 710x8,9; 800x10,0; 900x11,2; 1000x12,4; 1100x13,8; 1200x14,9).

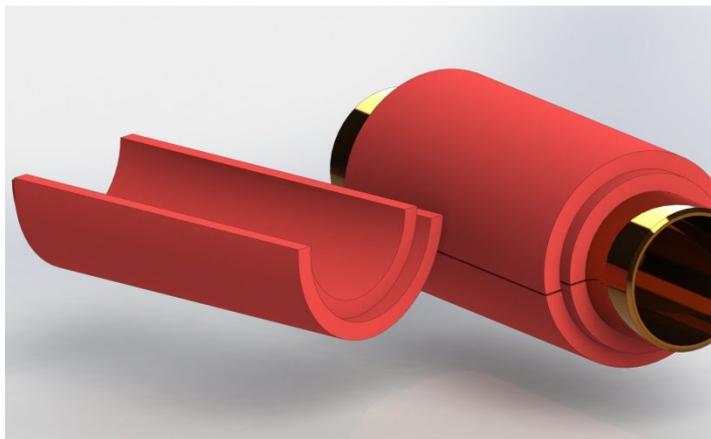


Рис. 1 Конструкція шкарлуп



Рис. 2 Сегменти

*Висновок:* аналізуючи сучасні конструкції, матеріали та методи теплоізоляції трубопроводів, використовуючи технологічні рішення з екструзійного, безперервного виготовлення виробів з XPS, та керуючись державною програмою енергоефективності можна зробити висновок про актуальність розробки нового технологічного устаткування (формуючий та калібруючий інструменти), яке дозволить отримати новий водостійкий теплоізоляційний матеріал з полістиролу.

### **Перелік посилань:**

1. ДСТУ Б В.2.5-31:2007 Трубопроводи попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Труби, фасонні вироби та арматура. Технічні умови.
2. ТУ У В.2.7-25.2-35253400-001:2009 "Плити екструдовані з пінополістиролу".
3. "Сегменты и полуцилиндры теплоизоляционные из пенополистирола "ТИС"" для трубопроводов диаметром 32-530 мм и более, изготовленные по ТУ 5767-002-86901126-2011.

УДК 66.045

## **МОДЕЛЮВАННЯ БЛОЧНОГО ТЕПЛООБМІННИКА**

магістранти Назарчук В. В., Хотинецький М. І., ст. викл. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Теплообмінники для хімічно агресивних середовищ виготовляють з блоків графіту, який просочують спеціальними смолами для усунення пористості. Графіт відрізняється хорошою теплопровідністю (просочені графіти до  $90 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ , графітопласти до  $35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ ). Графіт стійкий до теплового удару, - при різкій зміні температури, тріщина не виникатиме через малу коефіцієнта теплового розширення. У блоках просвердлюють канали для теплоносіїв. Блоки ущільнюються між собою прокладками з гуми або тефлону і стягуються кришками зі стяжками, вони практично незамінні там, де використовуються слабкі розчини сірчаної і соляної кислот. Просочені графіти і графітопласти допускають експлуатацію при температурі від -30 до +170 град. С. Робочий тиск до 0,6 МПа [1].

Типи, параметри та розміри блочних теплообмінників Рис. 1 визначено стандартом 1963 року [2], наприклад ТГ-Б/В1-5, 4: ТГ-Б теплообмінник графітовий прямокутно-блоковий; В1 (В2) одноходовий (двоходовий) вертикальний; 5,4 - поверхня теплообміну, м<sup>2</sup>.

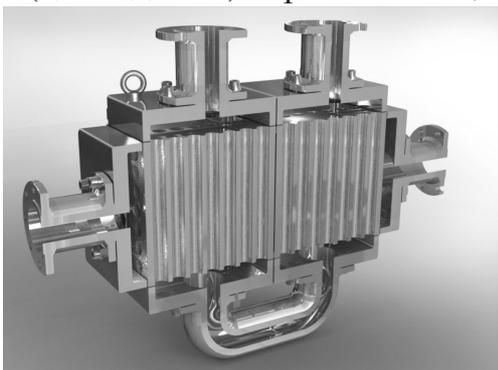


Рис. 2. Конструкція блочного ТО

Розвиток блочних теплообмінників відбувався переважно за кордоном у напрямках:

1. пов'язаних з появою нових керамічних матеріалів (наприклад карбід кремнію);
2. нових конструкцій блоків: циліндрична

форма блоків, форма каналів, відмінна від кола [3];

3. з'явилися нові методи виготовлення: мінімальна товщина стінки між каналами за умови свердління графітового блоку зменшилось з 8 до 5 мм, канали утворюються при формуванні керамічного блоку перед його спіканням.

Фізичну модель блочного елемента зображено на рисунку 2.

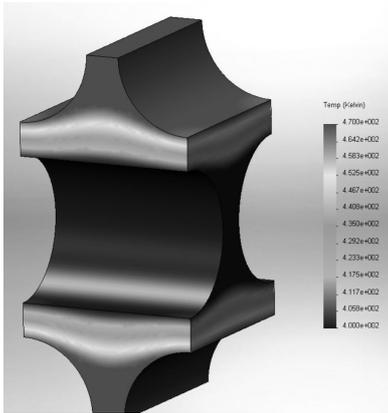


Рис. 3 Фізична модель елемента ТО

**Висновок:** аналізуючи сучасні конструкції, матеріали та методи виготовлення блочної теплообмінної апаратури, використовуючи останні роботи з моделювання теплових процесів у графітових блочних теплообмінниках [4], та керуючись державною програмою енергоефективності [5] можна зробити висновок про актуальність розробки нової методики проектного розрахунку блочних

теплообмінників, яка дозволить визначити конструктивні розміри блоків та отворів з найбільшим узагальнюючим критерієм ефективності (УКЕ). Зміст УКЕ у питомій теплопередачі блоку ( $\frac{Вт}{м^2}$ ) за умови перепаду температур між носіями 1К, приведений до енергії, необхідної для створення потоку цих носіїв за умов ламінарного (УКЕ ламінарний) та турбулентного (УКЕ турбулентний) режимів.

### Перелік посилань:

1. Сайт концерну РОСГРАФИТ <http://www.rosgraf.ru/cont.htm>
2. ОН 023-3—63. Теплообменники графитовые прямоугольные блочные. Типы, основные параметры и размеры. Отраслевая нормаль. М., НИИхиммаш, 1963.
3. Каталог продукції **Расмуссен Company, Inc** <http://www.rasmussencompany.com/FabricatedEquipment.html>
4. Дисертаційна робота освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр" Н. В. Волков "Процеси переносу енергії в графітовому теплообміннику." / НТУУ "КПІ" – К., 2010. – 184 с.: іл.
5. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв ... на 2010-2015 роки.

УДК 620.952

## **АНАЛІЗ НОВОГО МЕТОДУ БРИКЕТУВАННЯ ДЕРЕВНИХ ВІДХОДІВ**

Безгін М.М., к.т.н. Корінчук Д.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

У деревообробному виробництві завжди залишається велика кількість відходів, зокрема тирси і стружки. Останні можуть використовуватися в якості палива, як у промислових масштабах так і для потреб населення. Однак в котлах, що працюють на твердому паливі, використання сипучих і об'ємних продуктів недоцільно. Це пояснюється різномірністю дисперсного складу та вологовмісту, що зменшує ККД котлів. Брикети зручно зберігати і транспортувати, оскільки насипна маса тирси коливається в районі 150-200 кг/м<sup>3</sup>, а брикетів - близько 450 кг/м<sup>3</sup> (при вологості 15%). Брикетування веде до збільшення об'ємної теплотворної здатності деревних відходів.

При брикетуванні деревних відходів розмір часток не має бути більшим 0,5-1 мм (кількість часток розміром в 1-5 мм не має перевищувати 25%). Також з літератури [1] відомо, що брикети класичним способом отримують пресуванням тиском 50...120 МПа деревної маси без додавання будь-яких в'язучих речовин. Пошук способів отримання брикетів і гранул при зниженні тиску пресування є вкрай актуальним.

Відомо, що до складу будь-якої деревини входить до 30% лігніну [2] – природного біополімеру складної будови, що виділяється з клітин деревини під дією тиску та температури і який може виступати природнім в'язучим. Запропонований метод дозволяє зменшити зусилля пресування до 10 кН і в разі зменшити енергетичні витрати та габарити обладнання.

Дослідження показують, що тирса, пропарена при температурі пари 150°C та насичена до вологості 25-30% з розміром часток до 2 мм краще брикетується. Брикет отримує більшу щільність та міцність при використанні суміші: 70% тирси та 30% деревної муки (рис 1, в).

Брикет отриманий за традиційним методом, звільнений від навантаження, під дією внутрішніх пружних сил часток збільшує свій об'єм. На ньому утворюються тріщини і він руйнується (рис 1, б). Тому витримка на протязі певного періоду часу є необхідною (рис. 1,а). За традиційним методом [1] витримка матеріалу під навантаженням може тривати до однієї години (відбувається релаксація внутрішніх напружень). Запропонований в статті метод дозволяє скоротити час релаксації внутрішніх напружень. За дослідними даними оптимальний час витримки не перевищує 5 хв. ( рис 1, в).

На міцність брикету також впливає і температурний режим. Чим вища температура пресованого матеріалу, тим менше зусилля необхідне при його пресуванні. Однак є обмеження верхньої межі температури, оскільки починаючи з 250°C починаються процеси розпаду деревини, що супроводжуються виділенням теплоти та газовиділення.



а)



б)



в)

а – без термовологісної обробки при тиску 100 МПа – достатньо міцний, має гідрофільну поверхню; б – без термовологісної обробки при тиску 35 МПа – крихкий, має гідрофільну поверхню; в – з термовологісною обробкою (вологість 30%) при тиску 10 МПа, температурою 240°C – міцний, має гладку гідрофобну поверхню

Рис. 1. Брикети отримані різними методами

#### **Перелік посилань:**

1. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы // Московский государственный университет леса, – 2006. – С. 65.
2. Фукс В. Химия линина// Ленинград, – 1936. – С. 186.

**СЕКЦІЯ 4  
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

УДК 66-932.42

## **ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНИХ АПАРАТІВ ПУЛЬСАЦІЙНОЇ ДІЇ У ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

магістрант Василенко Р.М., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Останнім часом наука і техніка ідуть у напрямку не лише покращення якості готового продукту, а й зниження витрат енергії на його виробництво. Тому за останні роки набули широкого розповсюдження роторні апарати пульсаційної дії (РПА), в яких застосовується інтенсивна дія гідродинамічних ударів (пульсацій) тиску. Ці апарати відрізняються надійністю та відносно низькою питомою витратою енергії, що зумовлює їх активне впровадження у виробництво у харчовій, фармацевтичній, хімічній, целюлозно-паперовій та інших галузях промисловості, де РПА використовуються для проведення процесів екстракції, диспергування, подрібнення, емульгування, гомогенізації, розчинення.

У целюлозно-паперовій промисловості роторні апарати пульсаційної дії застосовуються для кінцевого розпускання і часткового розмелювання волокон при виробництві паперу та картону до композиції яких входять коротковолокнисті фракції первинних напівфабрикатів або вторинна сировина (макулатура).

Конструкція РПА складається з приводу, корпусу з патрубками підведення і відведення волокнистої суспензії та гарнітури. Гарнітура являє собою систему концентрично розташованих з чергуванням роторних і статорних кілець. Зазвичай роторні кільця закріплюються на приводному валу, а статорні – на кришці корпусу апарату. Як роторні, так і статорні кільця мають радіальну перфорацію бічної поверхні у вигляді наскрізних

прорізей. Останні найчастіше виконуються вертикальними та прорізаються на всю висоту кільця.

Обробка волокнистих суспензій у РПА полягає у прокачуванні їх крізь прорізи гарнітури, де суспензії піддаються сукупності гідродинамічних впливів, викликаних розділенням потоків та їх високочастотними пульсаціями, що виникають внаслідок зміни «живого» перерізу потоку при обертанні ротору гарнітури [2]. При цьому вплив на волокна у суспензії в основному зумовлений дією змінних тисків, дотичними напруженнями зсуву і механічними та гідравлічними ударами.

Застосування роторно-пульсаційних апаратів у схемах підготовки папєвої маси дозволяє провести остаточне розволокнення напівфабрикатів та дефлокуляцію волокон і, забезпечуючи більш "м'який" режим обробки, запобігти переподрібненню волокон при подальшій обробці у ножових машинах. Обробка маси у РПА призводить до інтенсивного набрякання волокон, що значною мірою сприяє зниженню питомої витрати енергії при масопідготовці, а також до глибокого фібрилювання волокон, що позитивно впливає на паперотворні властивості маси.

Енергоємність таких апаратів у 3...4 рази менше ніж у ножових, оскільки витрати енергії для створення стискаючої дії на волокна в 2...3 рази менша ніж при розмелюванні ножовим способом.

#### **Перелік посилань:**

1. Примаков С.Ф., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. – Київ: ЕКМО, 2008. – 425 с.
2. Корда Ж., Либнар З., Прокоп Ю. Размол бумажной массы. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 421 с.

УДК.

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СУШІННЯ ПАПЕРУ**

магістрант Татарчук О.О.,

проф. Марчевський В.М., асист. Новохат О.А.,

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Целюлозно-паперове виробництво є одним з найбільш енергозатратних. Воно складається з багатьох етапів і після металургії займає друге місце по питомим енергозатратам.

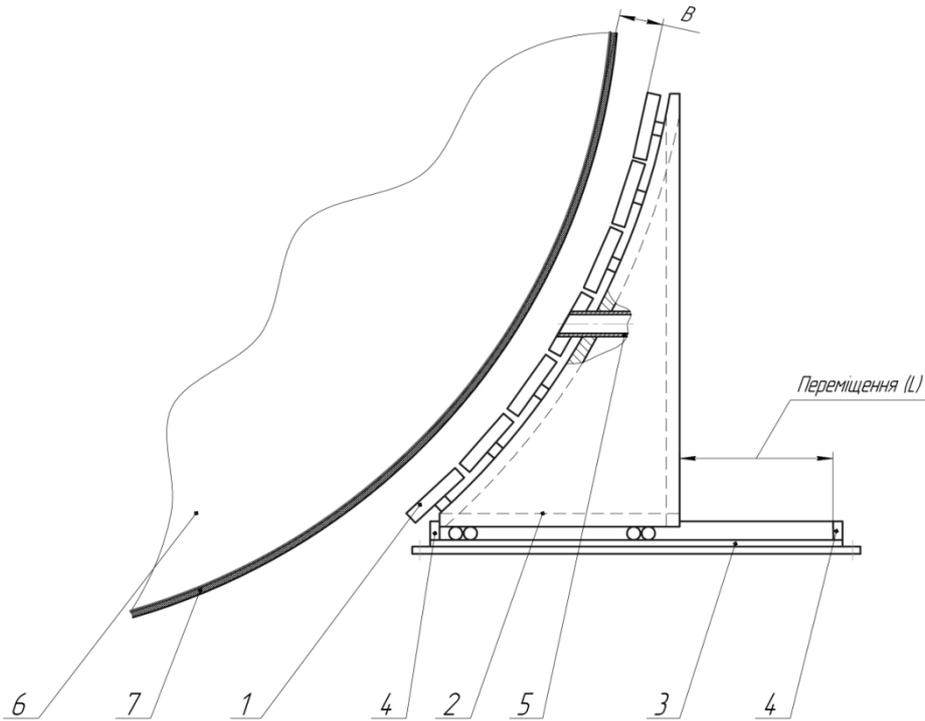
Найбільш енергомістким є процес сушіння паперу в сушильній частині папероробної машини (ПРМ). Тому удосконалення сушильної частини з метою інтенсифікації сушіння і зменшення витрат паливного газу є актуальним.

Пропонується пристрій для сушіння паперового полотна, який складається з інфрачервоних випромінювачів, рами та механізму переміщення пристрою, що дає змогу змінювати відстань від робочої поверхні самих інфрачервоних випромінювачів до паперу на сушильному циліндрі.

Паровідвідні патрубки, розташовані в пристрої, покращують вентиляцію в зоні сушіння, що також інтенсифікує процес сушіння.

На рисунку 1 зображено загальний вид пристрою для сушіння волокнистих матеріалів із застосуванням інфрачервоних випромінювачів.

Завдяки можливості зворотно-поступального руху пристрою змінюється відстань від робочої поверхні інфрачервоних випромінювачів до паперового полотна. Це надає можливість додатково регулювати щільність теплового потоку на поверхні паперу, швидко віддалити випромінювачі для зменшення вірогідності займання паперу в разі його обриву та для більшої зручності ремонту та експлуатації.



1–інфрачервоні випромінювачі; 2–рама; 3–направляючі; 4–обмежувачі руху; 5–паровідвідні патрубки; 6–лощильний циліндр; 7–полотно, що сушиться

Рис.1. Пристрій для сушіння

Впровадження пристрою у виробництво дозволить збільшити інтенсивність процесу сушіння, зменшити витрати пари і, відповідно, паливного газу.

**Перелік посилань:**

1. Бумагоделательные и отделочные машины, Эйдлин И.Я. Лесная промышленность, 1970, - 143 с.
2. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. М.: Лесная промышленность, Том1. Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов, 1981 – 398с.

УДК 676.026.52

## **ПРОЦЕС ПРЕСУВАННЯ ФЛЮТИНГУ**

магістрант Василенко М.М., магістрант Биковець Д.П.,

проф. Марчевський В.М., асист. Мельник О.П.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Пресування - це завершальний процес механічного видалення води на картоноробній машині. Пресування є одним із важливіших процесів виготовлення паперу, адже збільшення сухості на пресовій частині на 1 % дозволяє зменшити витрати пари на 5 % в сушильній частині машини [1]. Крім того зневоднення на пресах робить досить істотний вплив на властивості паперу: підвищується її густина, поліпшується структура полотна, підвищуються показники розривної довжини, числа подвійних перегинів і опору продавлювання, а також зменшується пористість паперу. Особливо важливі ці показники для флютингу гофракартону, виробництво якого з кожним роком зростає.

Флютинг – це картон для внутрішніх шарів гофракартону. Для флютингу сухість після пресування на сучасних пресах становить 36 – 40 %, що зумовлює великі витрати пари при досушуванні на сушильних частинах машини [2].

Метою даної роботи є експериментальне визначення параметрів і його закономірностей процесу гарячого пресування.

В роботі поставлені наступні задачі: провести патентне дослідження та проаналізувати літературні джерела, вдосконалити лабораторно-дослідну установку, скласти фізичну та математичну моделі пресу та підтвердити адекватність рішень математичної моделі експериментальними даними.

Незважаючи на відсутність в даний час повного математичного опису процесу гарячого пресування паперу через його складність і великої кількості одночасно діючих, частково взаємопов'язаних, змінних факторів. На кафедрі МАХНВ встановлені окремі фізичні параметри процесу гарячого пресування, які дають можливість математичного опису процесу в вигляді наступної математичної залежності.

Загальний потік маси води в паперовому полотні в процесі високотемпературного пресування можна представити рівнянням:

$$j_m = k_\phi \nabla H + u_c \nabla E + \frac{k_{\phi.T} \nabla P}{\rho g}, \quad (1)$$

де  $k_\phi$  – коефіцієнт фільтрації, м/с;  $u_c$  – швидкість стискання каркасу паперу, м/с;  $E$  – пористість, м<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup>;  $k_{\phi.T}$  – коефіцієнт фільтрації під тиском пари, м/с.

Рішення перших двох членів рівняння (1), що описують відповідно, фільтраційний і деформаційний потоки води в папері, дають змогу знайти залежність зміни в часі загального напору:

$$\frac{\partial H}{\partial \tau} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial z^2}. \quad (2)$$

Початкові умови:  $H=(z,0)$ ,  $\tau=0$ . [3].

За граничні умови в зоні пресування прийнято параболічний закон розподілу тиску по поверхні паперу.

$$P_1 = \frac{4 \cdot P_{\max}}{a_0} \cdot x - \frac{4 \cdot P_{\max}}{a_0^2} \cdot x^2.$$

де  $P_1$  – початковий тиск;  $P_{\max}$  – максимальний тиск в захваті;  $a_0$  – довжина зони пресування;  $x$  – початкова координата.

Завданням наступних досліджень буде отримання рішення третього члена рівняння (1) та перевірка його адекватності.

### **Перелік посилань:**

1. Збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» Частина 1, 13квітня 2011р., ст.122.
2. Чичиев В.А. и др. Оборудование целюлозно-бумажного производства, Т.2 Бумагоделательные машины, М.: «Лесная промышленность», 1981г., ст. 264.
3. Збірник тез доповідей IV всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання», 15-16травня 2013р., ст.115.

УДК 676.04.02

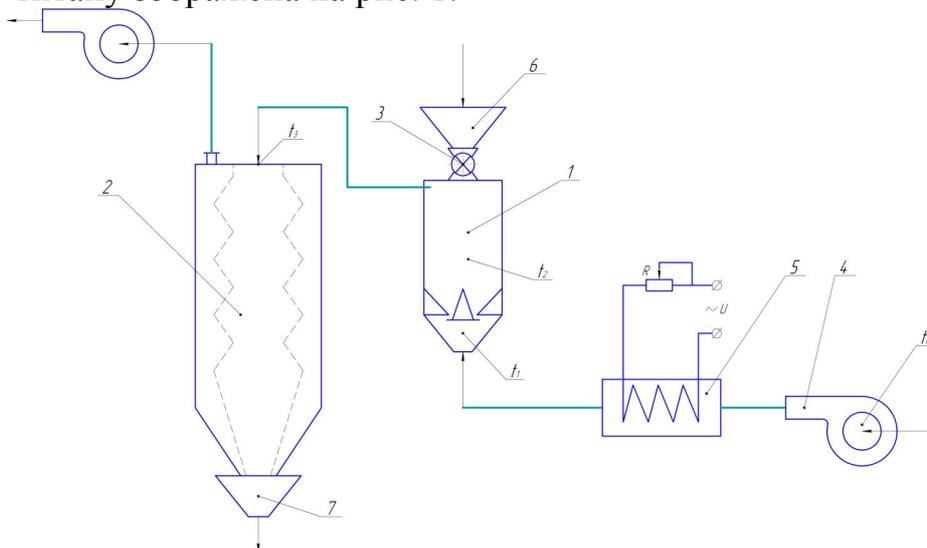
## **СУШИЛЬНА УСТАНОВКА З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНИХ ТІЛ ТА ЖИВИЛЬНИКОМ**

проф. Марчевський В. М., асистент Гробовенко Я. В.

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 агенту 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.

Рис. 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 і теплоносії відводиться в навколишнє середовище.

В період прогріву пасти  $TiO_2$  підведене тепло витрачається на нагрів матеріалу від початкової температури  $t_n$  до температури мокрого термометра  $t_{м.т.}$  і на випаровування поверхневої вологи:

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

$$\rho V c dt_n = \alpha F (t_1 - t) dt - \rho V \frac{du}{d\tau} r dt \quad (2)$$

Із рівняння (2) видно, що волога випаровується із поверхні вологого діоксиду титану  $F$ . В перший період швидкість сушки постійна і визначається дифузією та швидкістю підводу тепла.

$$\frac{du_{сп}}{d\tau} V \rho_0 = \beta F (P_s - P_b), \quad (3)$$

де тиск насичення –  $P_s = f(t)$ .

В період постійної швидкості сушіння та в кінцевий період сушіння, швидкість випаровування вологи із матеріалу описується наступними диференціальними рівняннями:

$$\begin{cases} \frac{du_{сп}}{d\tau} = \frac{\beta F (P_s - P_b)}{V \rho_0}, \\ \frac{du_{сп}}{d\tau} = -K (u_{1k} - u), \\ \frac{dt}{d\tau} = \frac{\alpha F (t_f - t)}{\rho V c} - \frac{du}{d\tau} \frac{r}{c}, \end{cases} \quad (4)$$

де  $K = f(t)$  – коефіцієнт сушіння.

Початкові умови для даних рівнянь:

$$\begin{cases} u|_{\tau=0} = u_0 \\ \tau_0 = 0 \\ t_0 = t_1 \end{cases}$$

Система рівнянь (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.

УДК 676.05

## ЕЛЕМЕНТИ КІНЕТИКИ БІОГАЗОВОГО ПРОЦЕСУ

магістрант Смірнова В.А.,

проф. Марчевський В.М., к.т.н. доцент Воронін Л.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний університет»

Процес перенесення газу в біогазовому реакторі без перемішування, очевидно, можна представити диференціальним рівнянням молекулярної дифузії з внутрішнім джерелом біогазу.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + m_v \quad (1)$$

де  $m_v = \frac{\rho \partial v}{v_c \partial \tau}$  - питома об'ємна потужність внутрішнього джерела

біогазу, що включає:

$\rho$ - густина газу;  $v_c$ - об'єм субстрату ( $1 \text{ м}^3$ );  $\frac{\partial v}{\partial \tau}$  - швидкість виділення

газу.

$D$ – коефіцієнт дифузії газу у субстраті [1];

$c$  – концентрація газу у субстраті;

$z$ - координата напрямку дифузії газу в реакторі.

Густина суміші газів ( $\text{CH}_4$  та  $\text{CO}_2$ )[4]:

$$\rho = \frac{M_{\text{сум}} \cdot P}{R \cdot (t + 273)}, \quad \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$$

де  $M_{\text{сум}}$  – молярна маса суміші газів, **КГ/МОЛЬ**;

$R$  – універсальна газова стала,  $R=8,3144 \text{ Дж/КГ} \cdot \text{К}$ ;

$P$  – статичний тиск суміші газів, в нашому випадку  $P= P_{\text{атм}} = 101325 \text{ Па}$ .

$$M_{\text{сум}} = M_{\text{CO}_2} \cdot N_{\text{CO}_2} + M_{\text{CH}_4} \cdot N_{\text{CH}_4}, \quad \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

де  $M_{\text{CO}_2}$  – молярна маса вуглекислого газу, **КГ/МОЛЬ**;

$M_{\text{CH}_4}$  – молярна маса метану, **КГ/МОЛЬ**;

$N_{\text{CO}_2}$  – масова доля вуглекислого газу;

$N_{\text{CH}_4}$  – масова доля метану;

Об'єм субстрату приймаємо рівним  $1 \text{ м}^3$ .

Залежність швидкості виходу біогазу з внутрішнього джерела в об'ємі субстрату від температури [2]:

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0,019 \ln(t) - 0,0511, \quad \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3 \cdot \text{год}}$$

Зводячи отримані залежності в одне рівняння отримаємо рівняння питомої об'ємної потужності джерела біогазу відносно температури:

$$m_v = \frac{331,77}{(t + 273)} \cdot (0,019 \ln(t) - 0,0511), \quad \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{год}}$$

Інтегрування рівняння (1) за вказаних параметрів при різних температурах та початкових умовах  $t_0 = t_{\text{ст}}, c = c_{\text{ст}}, z_0 = 0$ , дозволить показати розподіл газу по висоті субстрату в реакторі та його продуктивність.

### **Перелік посилань:**

1. Корнієнко Я.М., Лукач Ю.Ю., Мікульонок І.О. Процеси та обладнання хімічної технології: підруч./ К.: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч. 2.
2. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки. Практическое пособие. / Zorg Biogas, 2008
3. Сологаев В.И. Гидравлика (механика жидкости и газа): Учебное пособие. — Омск: Изд-во СибАДИ, 2010.

**СЕКЦІЯ 5**

**«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»**

УДК 676.16

### **СМОЛИСТІСТЬ НЕДЕРЕВНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ**

ст. Росомака В.О., Сосновчик С.Ф., доц. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

#### **Вступ**

Культивування соняшнику та ріпаку нині підсилюється хімічною переробкою їх відходів у вигляді стебел та соломи з отримання конкурентоспроможних волокнистих напівфабрикатів.

Делігніфікація січки сульфідними розчинами призводить до отримання сульфідної целюлози, яка має ряд переваг по відношенню до інших видів – світлий віддінок невибіленої целюлози, легка здатність до вибілювання, більш швидше розмелювання, добра гнучкість волокон та їх здатність до легкого переплітання на сітці, здатність отримувати целюлозу з мінімальним вмістом лігніну та геміцелюлоз та ін.. Але в кислому середовищі в процесі варіння сировини екстрактивні речовини у вигляді смоляних і жирних кислот не переходять у розчин, а утворюють лише емульсію. Отримана в результаті целюлоза характеризується підвищеною смолистістю і величина смолистісті залежить від певних факторів варіння.

#### **Постановка задачі**

Підвищений вміст смоли у целюлозі призводить до смоляних ускладнень у вигляді відкладень на сітці, погіршує якість паперу за рахунок вищипування волокон у полотні та утворення дірок. Липка частина смоли відкладається по всьому потоку від млинів до накату машини. Найбільше смоляні ускладнення викликаються невибіленою целюлозою.

**Мета.** Питанню дослідження шкідливості смоляних ускладнень відносно отримання та використання деревної целюлози в літературі приділено досить багато уваги, а щодо однорічних рослин такі дані майже відсутні.

#### **Результати досліджень та їхнє обговорення**

На основі аналізу друкованих даних пропонується проводити варіння з використанням NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, фракціонування целюлози з відділенням дрібного волокна, промивання целюлози лужним розчином, або теплою м'яккою водою. Останніми досягненнями показано, що зниження вмісту смоли у целюлозі можна досягти вже на стадії делігніфікації за рахунок додавання різних видів ПАВ безпосередньо у варильний розчин.

Варіння січки стебел соняшнику і соломи ріпаку проводили в слабко лужному середовищі з подальшим промиванням твердого залишку та його фракціонуванням. В результаті фракціонування отримано біля 27% дрібної фракції. Відомо, що смола в дрібному волокні знаходиться як всередині клітин, так і на поверхні. З метою встановлення вмісту смол та жирів (СЖВ) у довгій та дрібній фракції кожну з цих фракцій піддавали аналізу за відомою методикою[1]. Встановлено, що у дрібному волокні міститься приблизно у 3 рази більше СЖВ. Частково це можна пояснити тим, що дрібне волокно в основному складається з паренхімних клітин де найбільше накопичуються смоляні речовини. Це волокно містить також більше лігніну, золи та має темніший колір. Видалення дрібного волокна підвищить однорідність целюлози за волокном, знизить її зольність і смолистість, що в результаті призведе до зниження витрат реагентів на вибілювання.

Необхідно сказати, що в довгій фракції вміст смоли у стеблах соняшнику ще досить високий і майже в два рази вищий, ніж у солімі ріпаку та складає біля 4%.

Доцільність використання такої целюлози для виготовлення вибілених видів паперу буде вивчено у наступних роботах.

#### **Перелік посилань:**

1. Тумбин П.А. Современные методы обессмоливания сульфитной целлюлозы. М.: Лесная пром.-сть., 1966. – 336 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольних завдань з дисципліни «Технологія целюлози» / Примаков С. П., Антоненко Л. П., Барбаш В. А., Черьопкіна Р. І., Дейкун І. М. – К.: КПІ, 2003. – 72 с.

УДК 676.163

**НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СУМІШІ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ ТА СОЛОМИ РІПАКУ**

магістр Котюх Ю.М., доц. Черьопкіна Р.І.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»  
[chromi5@mail.ru](mailto:chromi5@mail.ru)

**Вступ**

Питанням забезпечення сировиною підприємств паперової галузі нині є досить актуальним. В нашій державі, яка має розвинуте сільськогосподарське виробництво, є мільйони тонн рослинних відходів у вигляді соломи ріпаку та стебел соняшнику, які не використовуються іншими галузями, але є доброю сировиною для ЦПВ. Перевагами цієї сировини є щорічна відновлюваність і створення стабільного джерела сировини для ЦПП [1].

Використання відходів сільського господарства з метою хімічного перероблення їх на волокнисті напівфабрикати є особливо актуальним у період дефіциту вторинного волокна, яке є базовою сировиною вітчизняних підприємств.

**Постановка задачі**

Заготівля природної однорічної сировини є сезонною, а для ритмічної роботи підприємства вони повинні бути забезпечені сировиною рівномірно протягом цілого року, тому постає логічне питання заготівлі, зберігання та забезпечення сировиною виробництва. Вирішення цього питання може бути за рахунок сумісного перероблення близьких за хімічним складом видів недеревної сировини. Таким прикладом може бути варіння стебел соняшнику та соломи ріпаку у суміші.

Метою дослідження є отримання волокнистих напівфабрикатів із суміші стебел соняшнику і соломи ріпаку та пошук ефективного їх використання.

**Результати досліджень та їхнє обговорення**

Для дослідження готували суміш січки із стебел соняшнику та соломи ріпаку у співвідношенні 50:50%. Завантажували у сталеві автоклави та заливали натронним варильним розчином за гідромодуля 1:5. Варіння проводили з витратою активного лугу 8, 14, 16 та 18% від маси абсолютно сухої сировини. У попередньо нагріту до кінцевої температури 1800С гліцеринову баню опускали, заповнені автоклави і процес варіння продовжували відповідно 90 та 150 хвилин.

Показано, що за витрати активного лугу 8% NaOH отримано напівцелюлозу, за 14% – целюлозу високого виходу, а за витрат 16 та 18 % – жорстку целюлозу.

Відомо, що найбільш енергоємним процесом у виробництві паперу є розмелювання, на його здійснення витрачається інколи до 60..70% енергії від загального використання, тому в роботі вивчалось вплив тривалості розмелювання від витрат активного лугу [2]. Показано, що волокнисті напівфабрикати досить легко розмелюються і з підвищенням витрат активного лугу тривалість розмелювання зменшується з 18 до 5 хвилин і досягають 60 ОШР.

**Висновки**

Отримана напівцелюлоза містить значну кількість непровару, в основному за рахунок стінок соняшника. Зі збільшенням витрат NaOH отримана целюлоза була рівномірно проварена, що позитивно впливає на формування паперового полотна на сітці ПРМ. Швидке розмелювання впливає на конкурентноспроможність використання цього напівфабрикату для виготовлення паперу та картону.

**Перелік посилань:**

1. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур. В.И. Торгашов, Е.В. Герт, О.В. Зубец, Ф.Н. Капуцкий. Химия растительного сырья. – №4. – 2009. – С. 45 –54.
2. Примаков С. П., Барбаш В. А.. Технологія паперу і картону. Навчальний посібник. – 2-ге видання, перероблене. – Київ: ЕКМО, 2008. – 425 с.

УДК 677.4(09)

## **ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНО-ЧАСТИНОК**

магістр Задніпрянець Ю.М., бакалавр Бабич А.Ю.,  
доц. Антоненко Л.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сучасні хімічні волокна майже наблизились до натуральних матеріалів, однак незмінними залишилися головні переваги синтетичних ниток – практичність, міцність, еластичність, стійкість до багаторазових деформацій, до дії підвищених температур, агресивних речовин і мікроорганізмів, а також можливість надання якісно нових властивостей, які будуть визначати області їх використання.

Зокрема лавсанове волокно стійке до дії кислот, окисників та інших хімічних реагентів; воно розчиняється тільки в концентрованих розчинах лугів при підвищених температурах. Таке волокно стійке до високих температур і стирання. Висока міцність лавсану у вологому стані, мале водопоглинання і стійкість до дії мікроорганізмів роблять його цінним матеріалом для виробництва фільтрів.

Крім хімічних волокон, у виробництві термостійких видів паперу і картону з подібних матеріалів часто використовуються мінеральні волокна, зокрема каолінове волокно.

Каолінове волокно належить до шпательних видів волокон і є затверділим високотемпературним склом. Вироби з нього легкі, еластичні, пружні, мають високу температуру плавлення, низьке акумулювання тепла, виняткову термостійкість, чудову хімічну стійкість і не піддаються дії олів, пари і води. Каолінове волокно добре витримує вібрацію. Якщо

такі волокна є складовою частиною композиції, то вони надають кінцевому продукту еластичності і термостійкості.

Каолінове волокно діаметром 3 – 10 мкм використовують для виготовлення вати, повсті, паперу, картону електроізоляційного і теплоізоляційного високотемпературного призначення, фільтрів.

Метою роботи є дослідження впливу композиції фільтрувального матеріалу на основі каолінових, поліефірних та целюлозних волокон на показники якості нетканого матеріалу. Такі фільтри створюються для очищення стоків від іонів важких металів. Важкі метали, що потрапляють в довкілля внаслідок діяльності людини, є небезпечними забруднюючими речовинами біосфери. Однак вищеназвані волокна (крім целюлозних) не здатні адсорбувати важкі метали. Тому в композицію фільтрувального матеріалу для очищення стоків від іонів важких металів пропонується вводити нано-порошок алмазу детонаційного синтезу.

Особливістю нано-алмазів є можливість управління їхніми поверхневими властивостями для ефективнішого використання їх як адсорбентів, каталізаторів, структуризаторів композиційних матеріалів, платформ носіїв лікарських середовищ і ін. Аналіз ІК-спектрів поглинання алмазу в початковому стані показав, що на поверхні частинок присутні зв'язані групи –ОН і вільні молекули води, карбонільні і карбоксильні групи. Особливої уваги заслуговує адсорбційна здатність алмазу. Згідно кількісної оцінки, виконаної з використанням ізотерм адсорбції азоту, адсорбційна здатність порошку становить приблизно 400 Дж/г. Слід зазначити, що за адсорбційною здатністю нано-дисперсні алмази кращі за такі відомі адсорбенти, як активоване вугілля, сілард і каолін.

Результати досліджень будуть висвітлюватися в наступних повідомленнях.

УДК 676.18

## **ОДЕРЖАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ З ВОЛОКНА ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР**

### **КОМБІНОВАНИМ ВАРІННЯМ**

магістрант Дрозд К. Ю., магістрант Яцків О.Д.,

доц. Дейкун І.М., доц. Барбаш В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У виробництві похідних целюлози важливе значення має висока хімічна чистота та однорідність целюлози, призначеної для хімічної переробки [1].

Волокна луб'яних культур містять більше целюлози і менше лігніну, у порівнянні з більшістю однорічних рослин [2,3]. Целюлоза, отримана з таких волокон різними способами делігніфікації, характеризується високим вмістом  $\alpha$ -целюлози та ступенем полімеризації, і тому її доцільно використовувати для хімічної переробки [4].

Мета роботи - дослідження впливу комбінованого лужного і окисно-органосольвентного варіння на показники якості целюлози із волокон льону, конопель і кенафу.

Лужне варіння подрібнених волокон льону, конопель і кенафу проводили в автоклавах, занурених у гліцеринову баню, за температури 170 і 175<sup>0</sup>С, з гідромодулем 5:1, тривалістю 1;1,5; 2 і 2,5 год. Витрати NaOH на варіння -20% від маси абс. сух.сировини.

Одержану промиту целюлозу обробляли розчином пероцтової кислоти (ПОК) з концентрацією ПОК 11,4% і пероксиду водню -8,4 % протягом 1,5год за температури 95<sup>0</sup>С у скляних колбах, оснащених зворотнім холодильником.

По закінченні варіння, целюлозу промивали і визначали її якісні характеристики, значення яких наведено у таблиці.

Таблиця – Результати комбінованого варіння луб'яних волокон

Сировина	Температура варіння, °С	Тривалість варіння, год	Показник целюлози, після комбінованого варіння			
			Вихід % від маси абс. сух. сировини	Вміст залишкового лігніну, %	Вміст $\alpha$ -целюлози	Зольність, %
Льон	170	1/1,5	56,43	0,11	82,04	0,26
		1,5/1,5	53,71	0,08	84,15	0,24
		2/1,5	52,82	0,05	85,42	0,20
Коноплі	175	1,5/1,5	59,29	2,42	77,55	0,27
		2/1,5	56,09	1,51	80,48	0,26
		3/1,5	55,05	0,24	86,78	0,25
Кенаф	175	1,5/1,5	61,72	0,66	78,43	0,25
		2/1,5	59,07	0,57	80,89	0,23
		3/1,5	56,61	0,41	87,67	0,22

Таким чином, встановлено, що проведення комбінованого варіння сприяє одержанню із волокон луб'яних культур вибіленої целюлози з високим виходом, вмістом  $\alpha$ -целюлози та низькою зольністю.

### Перелік посилань

1. Иоффе Л.О. Целлюлоза для химической переработки. - М.: Лесн. пр.-сть, 1970. - 63 с.
2. Соболев М.А. Химия льна и лубоволокнистых материалов. - М: Гизлеспром, 1963.-120 с.
3. Конопля/Под ред. Г.И. Сенченко и М.А. Тимонина.- М.: Колос, 1978.- 287 с.
4. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. -М.: Информ-Знание, 2002. - 400 с.

УДК 676.1.022

## **ОДЕРЖАННЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СТЕБЕЛ СІЛЬФІЮ**

магістрант Микитюк Т.С., студент Меньків Р.В.,

доц. Барбаш В.А., доц. Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Зростання потреб населення у картонно-паперовій продукції та дефіцит деревної сировини ставить перед целюлозно-паперовою промисловістю важливу проблему розширення сировинної бази. Для країн, що не мають великих вільних запасів деревини, альтернативною сировиною для виробництва волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) можуть бути різні представники недеревної рослинної сировини (НДРС), зокрема сільфій пронизанолистий. Попередніми дослідженнями, проведеними в НТУУ «КПІ», показано, що за вмістом основних компонентів стебла сільфію пронизанолистого можуть розглядатися в якості альтернативної рослинної сировини для одержання волокнистих напівфабрикатів [1].

Для одержання ВНФ із НДРС переважно використовують лужні способи делігніфікації, серед яких широке застосування отримав нейтрально-сульфітний спосіб варіння [2]. У роботі досліджено можливість одержання нейтрально-сульфітним способом волокнистих напівфабрикатів із стебел сільфію пронизанолистого, придатних для виготовлення масових видів паперу і картону.

Нейтрально-сульфітне варіння стебел сільфію проводили варильним розчином з концентрацією загального  $SO_2$  20 і 40 г/л, за температури 160 і 180 °С, тривалістю від 60 до 120 хвилин, гідромодуль 5:1.

Одержані ВНФ мали вихід від 38,2 до 65,0 % від маси абсолютно сухої сировини (а.с.с.) і вміст залишкового лігніну в межах 9,86 – 30 % від маси а.с.с. При цьому властивості одержаних ВНФ характеризуються

наступними фізиком-механічними показниками: розривна довжина – від 4800 до 9000 м; опір роздиранню – від 16 до 35мН; опір продавлювання – від 100 до 290 кПа; міцність на злам під час багаторазових перегинів від 2 – 165 ч.п.п.

Із аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що збільшення температури і тривалості процесу нейтрально-сульфітної делігніфікації стебел сільфію пронизанолистого призводить до зменшення виходу ВНФ і вмісту залишкового лігніну, що пов'язано з інтенсифікацією процесу делігніфікації, розчинення екстрактивних і мінеральних речовин та вуглеводів рослинної сировини і переведення їх до варильного розчину.

При цьому фізико-механічні показники одержаних ВНФ зі зростанням температури і тривалості варіння збільшуються, що свідчить про утворення нових водневих зв'язків між макромолекулами полісахаридів, зокрема за рахунок геміцелюлоз, які вивільняються від впливу лігніну.

Таким чином, показана можливість одержання нейтрально-сульфітним способом делігніфікації із сільфію пронизанолистого волокнистих напівфабрикатів, які за своїми показниками якості придатні для виробництва масових видів картонно-паперової продукції.

#### **Перелік посилань:**

1. Семенюк А.В., Алушкін С.В., Утченко Р.Є., Барбаш В.А., Трембус І.В. Хімічний склад представників рослинної сировини.– Збірник тез II міжнародної наук.–прак. конференції студентів, аспірантів, молодих вчених «Ресурсозберігаючі технології та обладнання».– Київ, 2012.– С.92–93
2. Приймаков С.П., Барбаш В.А., Мороз І.К., Шутько О.П. Нейтрально-сульфітний спосіб одержання волокнистих напівфабрикатів її соломи пшениці// Лісовий журнал.–1994.– №2.– С.41 – 42.

УДК 677.4(09)

**МІНЕРАЛЬНІ ТА ХІМІЧНІ ВОЛОКНА У ВИРОБНИЦТВІ  
ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ ПІДВИЩЕНОЇ  
ТЕРМОСТІЙКОСТІ**

студ. Скрипка М.Л., доц. Антоненко Л.П.,  
доц. Плосконос В.Г.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Основними напрямками технічного прогресу у виробництві паперу і картону є: вдосконалення відомих технологій і створення нових високоефективних виробництв на основі наукомістких технологій і обладнання, з метою розвитку економіки країни, розширення асортименту та галузей застосування продукції з унікальними, гостродефіцитними властивостями, з використанням нерослинних волокон. До числа пріоритетних у цій галузі технологій належить напрямок який інтенсивно розвивається – виробництво паперу-подібних матеріалів з мінеральних волокон на основі традиційної папероробної технології та обладнання, яке існує.

Дослідження проведені з мінеральними волокнами вказують на відсутність у них здатності до утворення міцних міжволоконних зв'язків, що спонукає до використання додаткових армуючих речовин, умови використання і вплив яких потребує детальнішого вивчення.

Об'єктом дослідження нашої роботи є визначення впливу кожного з компонентів композиції, яка складається з муллітокремнеземистих (каолінових), полівінілспиртових та поліефірних волокон, на показники якості електроізоляційного паперу підвищеної термостійкості.

Раніше нами було встановлено, що у разі зменшення вмісту поліефірного волокна і збільшення вмісту полівінілспиртового волокна відбувається зменшення щільності паперу. Одночасно з цим збільшення

частки полівінілспиртового волокна, яке є зв'язувальним, позитивно впливає на збільшення показника руйнівного зусилля та відносного видовження, до того ж без використання зв'язувального не утворюються зв'язки між каоліновими і полівінілспиртовими волокнами, як це видно із дослідження зразка без вмісту полівінілспиртового волокна. Зміна композиції майже не впливає на щільність та зольність зразків [1].

Найкращі показники мав зразок з композицією: каолінові волокна – 70 %, поліефірні волокна – 15 %, полівінілспиртові волокна – 15 % [2].

Метою роботи є визначення впливу вмісту поліефірних волокон в композиції електроізоляційного паперу підвищеної термостійкості на його фізико-механічні властивості. Вирішення цієї проблеми потребує додаткового проведення ряду експериментальних досліджень, результати яких дадуть можливість визначення оптимального вмісту поліефірних волокон.

Надалі планується замість мулітокремнеземистих (каолінових) волокон використовувати базальтові або скляні волокна.

Таким чином буде одержана оптимальна композиція електроізоляційного матеріалу підвищеної термостійкості.

#### **Перелік посилань:**

1. Скрипка М.Л., Заїка Д.С. студ., Антоненко Л.П., Плосконос В.Г. Використання мінеральних та хімічних волокон у виробництві електроізоляційного паперу підвищеної термостійкості – Збірник тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених 15 – 16 травня 2013 р. м. Київ «Ресурсозберігаючі технології та обладнання» 15 – 16 травня 2013 р. – с. 92 – 93.

УДК 676.166

### **Щодо вибілювання недеревної целюлози**

студ. Греськів Н.Я., магістрант Янюк О.М., доц. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

[chromi5@mail.ru](mailto:chromi5@mail.ru)

Целюлоза із однорічних рослин у невибіленому вигляді може успішно використовуватися в композиції з іншими напівфабрикатами та самостійно для виготовлення різних видів паперу. Але у вибіленому вигляді нині такі напівфабрикати ще добре не досліджено, тому цьому питанню приділимо нашу увагу.

Після проведення процесу делігніфікації стебел соняшнику та соломи ріпаку моносольфитним способом з використанням в якості буфера NaOH отримано волокнистий напівфабрикат, який можна характеризувати як целюлоза нормального виходу. Слід сказати, що така целюлоза має дещо знижений вихід за підвищеного вмісту залишкового лігніну в межах 9,0 – 13%. Таку закономірність частково можна пояснити тим, що за приблизного рН10 – 10,5 починає проявлятися лужна конденсація лігніну і, що дуже важливо, лужна деградація полісахаридів. Все це призводить до зниження виходу волокнистого напівфабрикату.

Важливим фактором невибіленої целюлози з точки зору подальшого вибілювання - є її смолистість. Визначення вмісту смоли показало, що у целюлозі, отриманій із стебел соняшнику міститься 4.0 – 4,5%, а в солomі ріпаку на третину менше.

Смола відноситься до неволокнистих речовин рослинної сировини, які мають загальну назву – екстрактивні речовини. Ці речовини не є частиною клітинної стінки та хімічно не зв'язані з клітковиною, оскільки легко виділяються нейтральними розчинами. Саме видалення

екстрактивних речовин із целюлози не чіпляє клітинної стінки, а лише облагороджує її та хімічно очищає.

Целюлозу піддавали вибілюванню за режимом, який було відпрацьовано раніше пероксидом водню в один ступінь. Необхідно сказати, що вибілювали лише довговолокнисту фракцію та визначали її якісні показники, а саме: білість, вміст  $\alpha$ -целюлози, в'язкість. В результаті вибілювання досягнуто білості ріпакової целюлози близько 80%, а соняшникової – біля 76%. Вміст  $\alpha$ -целюлози у обох целюлоз суттєво не відрізнявся і досягав значення 64 – 78%. Щодо в'язкості, то у ріпакової целюлози вона дещо нижча і складає біля 240млПуаз, а у соняшникової – біля 400 млПуаз. Важливо, що в результаті вибілювання суттєво знизився вміст смоли – у деяких пробах майже вдвічі. Але цей показник ще достатньо високий, щоб рекомендувати таку целюлозу для хімічного перероблення

Для знесмолення целюлози із однорічних рослин недостатньо проводити варіння та вибілювання в слаболужному середовищі. Варто приділити увагу зниженню вмісту смоли на стадії варіння целюлоз з використанням ПАВ, а також на стадії промивання.

#### **Перелік посилань:**

1. Черьопкіна Р.І. Кушмітько О.В., Черняк А.М. Нейтрально-сульфітна делігніфікація соломи ріпаку. Вісник національного технічного університету України «КПІ» Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження» Журнал ІХФ. №1(9). 2012. – С.94 -97.

1. Тумбин П.А. Современные методы обессмоливания сульфитной целлюлозы. М.: Лесная пром.-сть., 1966. – 336 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольних завдань з дисципліни «Технологія целюлози» / Примаков С. П., Антоненко Л. П., Барбаш В. А., Черьопкіна Р. І., Дейкун І. М. – К.: КПІ, 2003. – 72 с.

**СЕКЦІЯ 6  
«ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

**ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОШКУ  
ТОПІНАМБУРУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА МЕДИЧНИМ  
ІНУЛІНВІСНИМ ПРЕПАРАТАМ**

магістрант Гончар Ю.О., магістрант Калітка В.В.,  
професор О.С.Бессараб, доцент М.М.Жеплінська  
Національний університет харчових технологій

Харчову цінність топінамбуру порівнюють з картоплею, але, на відміну від останньої, набагато простішою є технологія її вирощування. Після первинної посадки треба 1-2 рази прополоти навкруги бур'яни. У подальшому потужна надземна частина рослини не дасть можливості розвиватися поруч іншим рослинам. Немає потреби проводити підгортання, вести боротьбу з колорадськими жуками.

Збирати врожай можна з глибокої осені аж до весни. Беручи до уваги, що для збереження плантації топінамбура достатньо залишити лише підземну частину стовбура рослини (повністю вибрати усі бульби, особливо дрібні, неможливо), то з другого року культивування на одному місці щільність рослин і врожайність надземної і підземної частини буде зростати. На садових ділянках земляній груші можна відвести бур'янисті місця, смітні кучугури та інше.

Вживають бульби земляної груші, як і картоплю: печеними, смаженими, вареними, а також у сирому вигляді в салатах, для приготування пюре. Для профілактики або лікування пародонтозу слід з'їдати декілька бульб рослини в день замість яблук. Висушені і розтерті в порошок бульби можна використовувати для приготування напоїв та використовувати як альтернатива інулінвісним медичним препаратам.

Основну цінність для організму людини і тварин мають інулін та інуліді, що містяться у бульбах в кількості 14-22% в залежності від сорту і часу збирання, а також їх основний компонент фруктоза, яка надає

бульбам приємний солодкуватий смак. Крім того, у бульбах міститься до 2,4% білків, вітамін В1, каротиноїди (провітамін А), до 18мг% аскорбінової кислоти, солі кальцію, заліза тощо.

При надходженні в організм людини інулін під впливом ферментів піддається розпаду з утворенням фруктози. Всмоктавшись у кров, вона без участі інсуліну надходить в органи і тканини, де служить гарним джерелом енергії. Особливо це цінне при лікуванні цукрового діабету, коли внаслідок різних причин глюкоза не надходить з крові у тканини і у клітинах відбувається порушення спочатку вуглеводного, а потім пов'язаних з ним жирового і білкового обміну речовин.

При тривалому введенні всередину фруктоза не сприяє розвитку атеросклерозу і ніколи не призводить до ожиріння, тому її можна використовувати постійно як лікувально-профілактичний засіб, особливо людям похилого віку із схильністю до ожиріння. Особливо корисне застосування топінамбура при багатьох хронічних захворюваннях, а також у відновлювальний період після перенесених захворювань як засіб, що підсилює обмін речовин і процеси репарації (загоєння), для профілактики цукрового діабету.

Хімічний склад топінамбуру настільки різноманітний, але особливо цінується в топінамбурі те, що його коренеплоди багаті природним аналогом інсуліну - інуліном. Саме тому топінамбур рекомендують, в першу чергу, хворим цукровим діабетом. І тому є всі підстави для того, щоб отримувати продукти з топінамбуру для їх споживання людям замість медичних препаратів.

Проведені попередні дослідження процесу екстрагування цінних компонентів топінамбуру в екстракт, досліджено оптимальні параметри його вилучення та ведеться подальша робота щодо уварювання екстракту з топінамбуру та його висушування для отримання з нього порошку.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДАЛЕННЯ ГАЗОВОЇ ФАЗИ У ПРОЦЕСІ ЕКСТРАКЦІЇ**

Г.Л. Верхола, доц. А.В.Копиленко,

Національний університет харчових технологій

У світовій цукровій промисловості з 50-х років минулого сторіччя застосовуються дифузійні установки колонного типу. В Україні таких установок 24, що складає 29 % від загальної кількості. За кордоном сьогодні це найбільш поширений тип дифузійних установок, які виготовляються продуктивністю до 12000 т/добу.

Невід'ємною частиною колонної дифузійної установки є ошпарювач, в якому відбувається нагрів бурякової стружки та приготування соко-стружкової суміші. Для цього в ошпарювач подається дифузійний сік, який проходячи крізь стружку, попередньо нагріває її, а потім крізь лобове сито відбирається на подальшу переробку. У другу частину ошпарювача подається потік підігрітого циркуляційного соку, який остаточно нагріває її. Соко-стружкова суміш, що утворилась, насосом закачується у колонний дифузійний апарат.

Відомо, що ошпарювачі є джерелом спінювання дифузійного соку, у якому присутні поверхнево-активні речовини (ПАР). Проникнення газової фази до складу соко-стружкової суміші призводить до порушення гідродинамічного режиму процесу екстракції в колоні. Газові бульбашки блокують поверхню масообміну, утворюють «газові мішки», які порушують цілісність стовпу соко-стружкової суміші, призводять до значного поздовжнього перемішування у колоні.

Ошпарювачі типу «ОС», які встановлено на вітчизняних заводах, мають «пасивну» систему видалення газової фази. Їх оснащено збірником у верхній частині корпусу, до якого піна має підніматися з мішалки. Рух кожної газової бульбашки відбувається під дією архімедової сили з невеликою швидкістю. Лопаті транспортної системи та стружка рухаються і занурюють бульбашки вглиб ошпарювача. Тому видалення піни є недостатньо ефективним.

Проведено модернізацію ошпарювача з метою ефективного видалення газової фази (рис. 1). Ошпарювач було встановлено горизонтально, оснащено ситом у верхній частині корпусу, окремо встановленим дегазаційним сосудом, циркуляційним насосом.

Процес дегазації відбувається наступним чином: сталий потік дифузійного соку, що вміщує піну, відбирається у верхній частині

ошпарювача крізь сито і надходить у дегазаційний посуд, де забезпечується витримка соку 5...10 хвилин при умові мінімального перемішування, що дозволяє бульбашкам піднятися на поверхню. Піна, що виходить з соку, розподіляється по його поверхні та безперервно руйнується внаслідок синерезису, збільшення чарунків піни та розривання плівок.

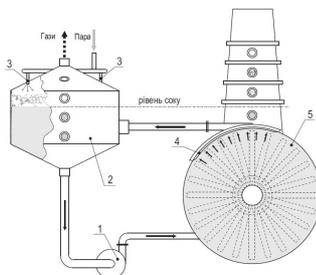


Рис. 1. Система примусової дегазації соко-стружкової суміші: 1 – циркуляційний насос контуру знепінювання; 2 – дегазаційний посуд; 3 – парові патрубки; 4 – сито для відбору соку; 5 – ошпарювач бурякової стружки.

З метою прискорення руйнування піни до дегазаційного посуду додаються спеціальні речовини – піногасники, які можуть мати різний склад. Вони проникають у середину кожної бульбашки та провокують їх руйнування. Звичайна дія піногасника ґрунтується на зменшенні поверхневого натягу у зоні скупчення бульбашок повітря, що спричиняє їх злиття та подальше руйнування.

Дифузійний сік, з якого видалено піну, за допомогою насоса повертається в ошпарювач.

Використання системи примусового видалення піни має наступні переваги:

- гарантується відсутність газових бульбашок у соко-стружковій суміші, яку подають у дифузійний апарат, що сприяє більш ефективній екстракції цукру та зменшує корозію внутрішніх поверхонь колонного дифузійного апарату;
- в ошпарювачі відсутня поверхня розділу сік-повітря (корпус ошпарювача встановлюється горизонтально), що збільшує ступінь заповнення його робочого об'єму та знижує ризик розвитку мікробіологічної інфекції;
- знижуються витрати хімічних речовин для піногасіння та дезінфекції, які мають високу вартість.

Рекомендовану систему примусового видалення піни випробувано та впроваджено на Шамраївському цукровому заводі.

## **ЩОДО ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ РЕЖИМІВ З КОНТРОЛЬОВАНИМИ ЦИКЛАМИ**

Т. В. Никитюк, доц. А.В. Копиленко

Національний університет харчових технологій

Одним із перспективних напрямків інтенсифікації і підвищення ефективності процесів харчових виробництв в системі газ(пар)-рідина являється застосування нестационарних режимів роботи масообмінної апаратури. До них відносяться режим з пульсуючою подачею однієї із контактуючих фаз, режим із зовнішнім підведенням енергії за рахунок накопичення на газо-рідинний шар вимушених низькочастотних коливань з різною частотою і амплітудою віброуючих пристроїв, режим із пульсацією в протифазі по кожному із потоків рідин, які надходять в зону контакту, так звані – циклічні режими.

Для роботи колонних апаратів безперервної дії характерним являється постійність значень технологічних і режимних параметрів. Діапазон варіювання керуючих факторів, який допускається, як правило, вузький і його відхилення за часту веде до порушення стабільності всієї системи, що негативно відображається на якісних характеристиках кінцевого продукту. Встановлено, що стабілізування стану промислового апарату може характеризуватися також і зміною значення параметрів, при умові їх періодичної монотонності («псевдостационарний стан»). При цьому, не дивлячись на зміну різноманітних факторів в окремі моменти часу, робота апарату в цілому відрізняється постійністю заданого режиму і показників цільового продукту. Більше того, періодичні флуктуації регулюючих параметрів, які здійснюються у відповідності із розробленим алгоритмом, здатні істотно підвищити ефективність масообміну і значно збільшити пропускну здатність колони.

Цей спосіб збільшення продуктивності і ефективності розділюючих процесів, запропонований на початку 60-х років, суттєво відрізняється від традиційних, загальноприйнятих режимів перш за все тим, що рух контактуючих середовищ в колоні проходить не одночасно і безперервно, а

дискретно в протифазі, причому протягом деякого ругулюємого відрізка часу (період циклу) в апарат подається тільки одна із фаз. Іншими словами циклічний метод проведення масобмінних операцій заключається в організації послідовної подачі контактуючих фаз в зону контакту через задані відрізки часу. Проміжок часу від моменту початку до моменту закінчення подачі пари (газу) називають паровим періодом, а проміжок часу від моменту початку до моменту закінчення подачі рідини в апарат – рідинним періодом. Час подачі парової і рідинної фаз може регулюватися в заданих межах, складаючи в сумі повний час циклу. Роздільна в часі подача потоків приводить, по-перше, до впорядкування їх переміщення по контактним пристроям апарата, що знижує інтенсивність осьового переміщення і поперечну нерівномірність, по-друге, сприяє підвищенню різниці концентрацій на ступенях контакту порівняно з режимом стаціонарного протитоку, що приводить до росту сили масопередачі. Крім того, імпульсна подача фаз, при якій відбувається ударна дія парового потоку в момент відкриття відкриття запірною пристроєм на паровій комунікації, слугує джерелом допоміжної енергії, яка підвищує турбулізацію газо-рідинного шару, що збільшує ступінь оновлення поверхні контакту і інтенсивність масообміну в колоні. подача в апарат однієї фази дозволяє збільшити його пропускну здатність, оскільки міжфазне тертя зі сторони іншої, в даний момент нерухомої фази, значно менше, ніж при звичайному режимі. Але треба відмітити, що, не зважаючи на роздільну подачу реагуючих середовищ, в цілому при циклічному режимі робота колони характеризується протитечієвим рухом потоків. Якщо гідравлічний напір парової фази перевищує силу тиску стікаючої рідини, то може спостерігатися винесення рідини із апарата і двофазний потік приймає односпрямований рух – наступає так зване «захлинання» апарату. Очевидно, що при досягненні критичних значень паро-рідинних навантажень «захлинання» апарату наступає не миттєво, а розвивається протягом деякого часу.

## **ВИКОРИСТАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ БЛОКІВ**

студент Прозор Р.С., доц. Пономаренко В.В., доц. Копиленко А.В.

Національний університет харчових технологій

Винахід відноситься до будівництва, зокрема до виробництва бетонних сумішей, які переважно використовуються для виготовлення будівельних блоків, стінових каменів.

Відоме використання при виробництві бетонних сумішей в якості дрібного наповнювача піску, мілкогощебеню. Така суміш застосовується при виробництві стінових каменів типу СКЦ, СКІ (на основі цементу в першому випадку, в другому — вапна). У всіх випадках для виробництва бетонних сумішей необхідної марки і, відповідно, стінових каменів потрібна значна кількість зв'язуючого і наповнювача. Наповнювач бетонної суміші добувають різними способами з навколишнього середовища (кар'єрний або річковий пісок). В результаті використання такої технології завдаються збитки доквіллю, а вартість видобутку, перевезення і, відповідно, вартість суміші висока, що і є недоліками даного способу отримання бетонних сумішей при використанні таких поширених наповнювачів бетонної суміші (Націєвский Ю.Д. і ін. Довідник по будівельних матеріалах і виробках. - К.: Будівельник, 1989, - 136 с).

Також відоме використання в якості дрібного наповнювача різних відходів виробництва, наприклад, тирси в деревообробній промисловості. При цьому досягається здешевлення бетонних сумішей оскільки використовуються відходи виробництва, усуваються проблеми їх утилізації, і, таким чином, покращується екологічна обстановка навколо таких підприємств (Слободяник І.Я. Будівельні матеріали і виробки.-К., "Будівельник", 1966, с.221).

Недоліком використання шлаків в якості компонента для виробництва бетонних сумішей є велика витрата зв'язуючих, необхідність додаткових операцій підготовки шлаків для можливості їх використання.

В основу винаходу поставлене завдання використання нового наповнювача для бетонної суміші в якості якогорекомендуються використання фільтраційного осаду – відходу цукрового виробництва. Це

забезпечує розширення арсеналу компонентів, які використовуються в якості наповнювачів і за рахунок цього відбувається здешевлення як самої суміші, так і виробів з них, ліквідуються відходи цукрового заводу, покращується екологічна обстановка.

Поставлена задача досягається тим, що бетонна суміш містить у якості зв'язуючого компонента – фільтраційний осад, наповнювач та воду.

Згідно винаходу як наповнювач бетонної суміші використовується фільтраційний осад цукрового виробництва в таких співвідношеннях (в % на 1м<sup>3</sup> бетону):

- зв'язуючий компонент 20-50%;
- наповнювач (фільтраційний осад) 72 - 15%;
- вода 8-35%.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом полягає в наступному. Використання фільтраційного осаду – відходу цукрового виробництва в якості наповнювача бетонної суміші дозволяє замінити більш дорогий наповнювач (пісок, щебінь) на відхід виробництва. Таким чином, сукупність запропонованих ознак дозволяє забезпечити позитивний ефект процесу приготування і використання бетонної суміші.

Фільтраційний осад є відходом цукрового виробництва в кількості 8-12% до маси переробленого буряка і представлений наступним складом: вуглекислий кальцій – 74,2%, вапно – 2,8%, азотисті органічні речовини – 5,9%, інші – 16%. Фільтраційний осад цукрового заводу виводиться у відстійники, які періодично чистяться від нього. Раціонального шляху використання осаду немає. Він знайшов деяке використання як добриво для суглинистих ґрунтів з метою їх розкислювання.

Технічний результат від використання фільтраційного осаду в якості наповнювача при виробництві виробів з бетонних сумішей полягає в можливості знизити вартість таких виробів, раціонально використовувати відходи цукрового виробництва, зменшити зайнятість площ під відстійники і, зрештою, поліпшити екологічну обстановку довкола цукрових заводів.

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РКЦ У РЕКТИФІКАЦІЇ**

Б.С. Пашенко, доц. А.В. Копиленко

Національний університет харчових технологій

При експлуатації колон у контрольованому циклічному режимі роздільна подача фаз, яка сприяє зменшенню їх взаємного опору при русі по ступеням контакту в колоні, дозволяє збільшити паро-рідинні навантаження на апарат до значень близьких до критичних, тобто таким, що відповідають режиму «захливання». При цьому, завдяки незначній тривалості часу подачі фаз ( $\tau_n$ ,  $\tau_p$ ) явище «захливання» не встигає розвинути. Таким чином, застосування циклічного метода роботи колонних апаратів дає можливість експлуатувати їх у найбільш вигідному для масообміну режимі з постійним покращенням пропускної здатності колон у порівнянні з стаціонарним режимом.

Крім того, циклічний метод дає можливість суттєво спростити конструкцію тарілчастих колон, оскільки для здійснення циклічного процесу переливні пристрої не потрібні, причому ефективність таких тарілок є вищою, ніж ефективність тарілок з переливними патрубками.

Перспективність даного метода полягає також у тому, що його впровадження у існуючі технологічні схеми або окремі їх елементи потребує досить незначних затрат.

На рис. 1 представлена апаратна схема ректифікаційної колони 1, яка оснащена необхідними приладами і обладнанням для реалізації циклічного режиму. подача суміші на тарілку проводиться через буферну ємність 2, флегми із дефлегматора 4 – через накопичувач 3 і пари – через клапан-відсікач 5 на паровому трубопроводі. Для створення циклічного режиму на лініях вводу та виводу із парової колони і рідкої фаз встановлені запірні пристрої - клапани-відсікачі 5,6, за допомогою яких

проводиться перекриття тієї чи іншої групи комунікацій у заданий момент часу, який відповідає тривалості парового  $\tau_n$  і рідинного  $\tau_r$  періодів циклу.

Управління роботою виконавчих механізмів (кранів) 5,6 проводиться за допомогою автоматичного командного пристрою – так званого таймера, який здійснює видачу командних імпульсів на вторинні прилади по раніше розробленій програмі.

В момент часу, який відповідає початку рідинного періоду, по команді відкриваються крани 6 і рідина поступає на тарілку живлення і верхню тарілку зміцнюючої частини колони. При цьому відбувається витіснення рідини, що там знаходиться, на нижню ступінь. Після закінчення рідинного періоду зупиняється подача рідкої фази (після відкриття крана 5) та починається вхід пари в колону.

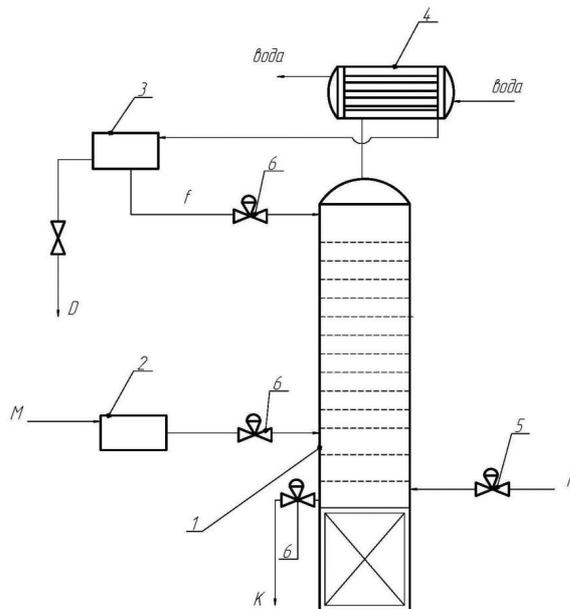


Рис. 1. Схема ректифікаційної колони, яка працює в циклічному режимі

М – вихідна суміш, Р – пара, D – дистилат, К – кубовий залишок, f - флегма

## ОПТИМАЛІЗЦІЯ ПРОЦЕСУ ПАСТЕРИЗАЦІЇ

студент Гера В. М., доц. Копиленко А. В.

Національний університет харчових технологій

Пастеризація — процес теплової обробки продуктів, з метою знищення мікроорганізмів. Вперше запропонований в 1860-ті роки Луї Пастером, для запобігання хвороб вина. На сьогодні метод отримав широке застосування в харчовій промисловості, при виробництві молока, соків, пива, і т.п., для збільшення терміну придатності готових продуктів та напівфабрикатів.

Підчас пастеризації сировину на короткий час піддають нагріванню до температури близької до кипіння. В залежності від властивостей продуктів розрізняють довготривалий, короткочасний та миттєвий режим пастеризації. Довготривалий режим — при температурі 63-65 градусів на протязі 30-40 хвилин, короткочасний — 85-90 градусів до одної хвилини, миттєвий — 98 градусів на кілька секунд. Також розглядають безтарну пастеризацію, наприклад молока, або безпосередньо в тарі — на консервних виробництвах.

Цей вид обробки являється доволі ефективним, а найголовніше зберігаються фізичні, органолептичні, хімічні властивості продукції.

Даний процес проходить в спеціальних апаратах — пастеризаторах. Розрізняють пастеризатори періодичної і, значно поширеніші, безперервної дії. Окрім низької продуктивності апарати періодичного типу несуть за собою високі експлуатаційні та обслуговуючі затрати. За типом сировини класифікують пастеризатори рідин, паст та тарні пастеризатори. Виділяють також асептичні (стерильні) й неасептичні (нестерильні) пастеризатори.

Розглянемо проблему низької продуктивності і високої собівартості продукції на прикладі тунельного пастеризатора неперервної дії, оскільки його продуктивність дорівнює продуктивності виробництва в цілому. Однак його використання доцільне при виробництві від 9000 фляшок (банок) за годину. Являється доволі універсальним за рахунок гнучкості програм і великому асортименту оброблюваної сировини. Його продуктивність визначається за формулою:

$$P = a \cdot b \cdot \omega$$

де  $a$  — ширина транспортера;  $b$  — довжина робочої частини транспортера;  $\omega$  — швидкість транспортера.

Виходячи з розмірів тари отримаємо продуктивність в одиницях продукції:

$$P = \frac{a \cdot b}{2\pi r^2 \cdot \theta} \omega$$

де  $r_T$  — радіус тари;  $\theta$  — коефіцієнт що характеризує густину прилягання тари.

Час перебування продукції в апараті визначається технологічними вимогами, а отже сталий і визначається за формулою:

Звідки:

$$\tau = \omega/b$$

При розрахунку терміну окупності апарату знайдемо оптимальні величини  $\omega$  і  $b$ .

Розрахунок окупності проводять у форматі:

$$T = K/E$$

де:  $K$  — капіталовкладення по  $b$  та додаткові експлуатаційні витрати;  $E$  — енергетичні витрати по  $\omega$ ;  $T$  — термін окупності.

Якщо термін окупності перевищує 5 років збільшення довжини транспортера вважаємо недоцільним.

Для ефективного використання робочої площі транспортера відношення  $\frac{a \cdot b}{2\pi r_T^2 \cdot \theta}$  повинно бути цілим числом. При збільшенні величини  $a$  збільшується і продуктивність пастеризатора, провівши аналогічний розрахунок на термін окупності отримаємо оптимальне відношення між  $a$  і  $R$ .

$$T = K/Pr$$

де:  $K$  — капіталовкладення по  $a$ ;  $Pr$  — прибуток який отримано за рахунок збільшення продуктивності.

На підприємствах розглядають постійні та змінні витрати. Змінні залежать від обсягу випуску продукції, постійні незалежні, а отже при збільшенні випуску їх доля на одиницю знижується, а отже зменшується собівартість продукції та зростає конкурентоспроможність.

В умовах ринкової економіки проектування машин, апаратів та агрегатів всіх галузей промисловості повинне враховувати не тільки досягнення чисто технологічних завдань, таких як якість продукції, скорочення кількості браку та виробничих відходів, але й суто економічні фактори: собівартість самого пристрою, зменшення собівартості продукції, зменшення вартості монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання. Іноземні виробники давно почали розвиток в цьому напрямку вводячи при конструюванні нові більш дешеві матеріали, що за своїми фізичними та хімічними властивостями не поступаються традиційним. Автоматизація та комп'ютеризація виробництва зводять до мінімуму участь людини, що значно скорочує відсоток браку та витрати на обслуговування. Опираючись на досвід іноземних колег і нам потрібно вводити нові підходи до конструювання та машинобудування в цілому.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКТІВ ТА НАСТОЇВ З РОСЛИННОЇ ЛІКАРСЬКОЇ СИРОВИНИ**

доц. М.М.Жеплінська, проф. О.С.Бессараб,

доц. Копиленко А.В., аспірант Богдан Д.В.

Національний університет харчових технологій

Одним з діючих шляхів підвищення рівня здоров'я населення є створення продуктів харчування спеціальної групи. У цьому відношенні лікарська рослинна сировина є невичерпним джерелом натуральних біологічно активних речовин (БАР), які навіть у мінімальній кількості благотійно впливають на організм людини.

У контексті вищезгаданого перспективним є створення продуктів із підвищеними біологічними властивостями, зокрема, напоїв. Адже, саме останні користуються великим попитом у людей різної вікової категорії.

Метою наших досліджень було отримання екстрактів та настоїв з лікарських трав, а саме з меліси та календули, визначення найкращих параметрів процесу екстрагування та настоювання і можливість використовувати їх для розроблення нових продуктів функціонального призначення з оптимізованими споживчими властивостями на основі екстрактів та настоїв.

Для забезпечення в організмі людини необхідних мікронутрієнтів, їжа повинна бути різноманітною, а продукти багатими БАР, тому додавання екстрактів і настоїв до соків дозволить використовувати в їжу продукцію, що є суттєвою для відновлення здоров'я людини та зменшення різних захворювань.

Як екстрагенти використовували очищену воду і 20 %-ий водно-спиртовий розчин. На першому етапі використовували екстрагент воду у співвідношенні суха лікарська сировина і вода як 1:1, що є сприйнятливим в фармацевтичній промисловості. Сировину попередньо подрібнювали, бо при цьому збільшується поверхня частинок сировини і контакту твердої та

рідкої фази при екстрагуванні і спостерігається ефективніший перехід екстрактивних речовин в розчин.

На швидкість переходу екстрактивних речовин в екстракт впливає температура екстрагенту. Для лікарських цілей при застосуванні очищеної води для екстрактів застосовують кімнатну температуру і тривале настоювання в рідкій фазі. При низькій температурі суттєво знижується вихід БАР із сировини і збільшується тривалість самого процесу, а при температурі вище 60 °С відбувається руйнування, в першу чергу вітамінів, а також враховуючи додаткові енергетичні затрати доцільно здійснювати екстрагування при температурі не вище 60 °С.

Встановлено оптимальний режим екстрагування для обох видів лікарської сировини: гідромодуль 1, тривалість процесу екстрагування 60 хв при температурі 60 °С. Подальше збільшення температури вище 60 °С призводить до руйнування вітаміну С.

Настоювання здійснювали при кімнатній температурі, вимірюючи через кожні 30 хв вміст РСР в екстракті. Протягом 2,5 год спостерігали інтенсивний перехід останніх в екстрагент. Було встановлено, що для настою, де міститься календула, достатньо 120 хв, тобто 2 год для отримання вмісту РСР в екстракті 9 %. Подальше збільшення тривалості настоювання недоцільне, бо немає приросту РСР. Щодо настою з меліси, то цей процес достатньо проводити при 90 хв.

Встановлено оптимальний режим настоювання для 20 %-го водно-спиртового розчину при гідромодулі 1 і температурі процесу 60 °С: для меліси – тривалість процесу 90 хв, для календули – 120 хв.

Результати, отримані для настою з календули, не поступаються екстрактам з меліси і календули, а інколи мають вищі значення по вилученні БАР (вміст кальцію, калію, органічних кислот). Тому доцільно використовувати екстракти з меліси і календули та настій з календули для їх додавання до соків з отриманням нових напоїв профілактичного призначення.

**ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОШКУ  
ТОПІНАМБУРУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА МЕДИЧНИМ  
ІНУЛІНВІСНИМ ПРЕПАРАТАМ**

магістрант Гончар Ю.О., магістрант Калітка В.В.,

проф. Бессараб О.С., доц. Жеплінська М.М.

Національний університет харчових технологій

Харчову цінність топінамбуру порівнюють з картоплею, але, на відміну від останньої, набагато простішою є технологія її вирощування. Після первинної посадки треба 1-2 рази прополоти навкруги бур'яни. У подальшому потужна надземна частина рослини не дасть можливості розвиватися поруч іншим рослинам. Немає потреби проводити підгортання, вести боротьбу з колорадськими жуками.

Збирати врожай можна з глибокої осені аж до весни. Беручи до уваги, що для збереження плантації топінамбура достатньо залишити лише підземну частину стовбура рослини (повністю вибрати усі бульби, особливо дрібні, неможливо), то з другого року культивування на одному місці щільність рослин і врожайність надземної і підземної частини буде зростати. На садових ділянках земляній груші можна відвести бур'янисті місця, смітні кучугури та інше.

Вживають бульби земляної груші, як і картоплю: печеними, смаженими, вареними, а також у сирому вигляді в салатах, для приготування пюре. Для профілактики або лікування пародонтозу слід з'їдати декілька бульб рослини в день замість яблук. Висушені і розтерті в порошок бульби можна використовувати для приготування напоїв та використовувати як альтернатива інулінвісним медичним препаратам.

Основну цінність для організму людини і тварин мають інулін та інулідиди, що містяться у бульбах в кількості 14-22% в залежності від сорту і часу збирання, а також їх основний компонент фруктоза, яка надає

бульбам приємний солодкуватий смак. Крім того, у бульбах міститься до 2,4% білків, вітамін В1, каротиноїди (провітамін А), до 18мг% аскорбінової кислоти, солі кальцію, заліза тощо.

При надходженні в організм людини інулін під впливом ферментів піддається розпаду з утворенням фруктози. Всмоктавшись у кров, вона без участі інсуліну надходить в органи і тканини, де служить гарним джерелом енергії. Особливо це цінне при лікуванні цукрового діабету, коли внаслідок різних причин глюкоза не надходить з крові у тканини і у клітинах відбувається порушення спочатку вуглеводного, а потім пов'язаних з ним жирового і білкового обміну речовин.

При тривалому введенні всередину фруктоза не сприяє розвитку атеросклерозу і ніколи не призводить до ожиріння, тому її можна використовувати постійно як лікувально-профілактичний засіб, особливо людям похилого віку із схильністю до ожиріння. Особливо корисне застосування топінамбура при багатьох хронічних захворюваннях, а також у відновлювальний період після перенесених захворювань як засіб, що підсилює обмін речовин і процеси репарації (загоєння), для профілактики цукрового діабету.

Хімічний склад топінамбуру настільки різноманітний, але особливо цінується в топінамбурі те, що його коренеплоди багаті природним аналогом інсуліну - інуліном. Саме тому топінамбур рекомендують, в першу чергу, хворим цукровим діабетом. І тому є всі підстави для того, щоб отримувати продукти з топінамбуру для їх споживання людям замість медичних препаратів.

Проведені попередні дослідження процесу екстрагування цінних компонентів топінамбуру в екстракт, досліджено оптимальні параметри його вилучення та ведеться подальша робота щодо уварювання екстракту з топінамбуру та його висушування для отримання з нього порошку.

## **РІШЕННЯ**

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

Київ -2013

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 НТУУ «КПІ» Я.М.Корнієнко



**ЗМІСТ**

**СЕКЦІЯ 1**

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

<b>Давидов А.С., Зубрій О.Г.</b>	<b>6</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ	
<b>Кліщ О.В., Собченко В.В.</b>	<b>8</b>
ПРОЦЕС ГАЗИФІКАЦІЇ ТВЕРДОГО ПАЛИВА	
<b>Плешко О.В., Швед М.П., Швед Д.М.</b>	<b>10</b>
ПЕРЕВАГИ ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОГО ЕКСТРУДЕРА ПЕРЕД ЧЕРВЯЧНИМИ	
<b>Сапон А.Ю., Степанюк А.Р.</b>	<b>12</b>
АНАЛІЗ СТРУКТУРИ МІКРОШАРУ ПРИ ІЗОТЕРМІЧНІЙ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ГУМІНОВМІСНИХ КОМПОНЕНТІВ У ЛУЖНОМУ РОЗЧИНІ	
<b>Тишко Ю.А., Степанюк А. Р.</b>	<b>14</b>
МЕТОД ЕКСТРАКЦІЇ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН З ҐРУНТУ	
<b>Романченко М. А., Мікульонок І. О., Сокольський О. Л.</b>	<b>16</b>
СОЕКСТРУЗІЯ В АСПЕКТІ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ З ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ	
<b>Любека А.М., Корнієнко Я.М.</b>	<b>18</b>
ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ МОДИФІКОВАНИХ ГУМІНО МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	
<b>Борисенко Є.Ю., Степанюк А.Р.</b>	<b>20</b>
ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН НА БАЗІ ЛУГІВ ГУМАТІВ СОНЯШНИКОВОГО ПОПЕЛУ	
<b>Мітусов Р.О., Швед М.П.</b>	<b>22</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ КАСКАДНОГО	

<b>ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОГО ЕКСТРУДЕРА</b>	
<b>Степанюк Д.А., Швед М.П., Швед Д.М.</b>	<b>25</b>
<b>КАСКАДНИЙ ЧЕРВ'ЯЧНО-ШЕСТЕРЕННИЙ ЕКСТРУДЕР</b>	
<b>Гапонюк М. М., Собченко В. В.</b>	<b>26</b>
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИОПОРУ В БУДІВЕЛЬНИЙ ГАЛУЗІ</b>	
<b>Слободянюк К.С., Степанюк А.Р.</b>	<b>28</b>
<b>ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ КРИСТАЛІЧНО-АМОРФНИХ СТРУКТУР ПРИ ПЕРЕРОБЦІ РОЗЧИНІВ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК</b>	
<b>Воронцов М.Є., Снежкін Ю.Ф. Петрова Ж.О.</b>	<b>30</b>
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ РІПАКОВО-МОРКВЯНОЇ СУМІШІ</b>	

## **СЕКЦІЯ 2**

### **«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

<b>Шмельова Д.Ю, Андрєєв І.А.</b>	<b>33</b>
<b>ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ ПОКРИТТЯ</b>	
<b>Гайдай С.С., Семененко Д.С., Корнієнко Я.М., Мартинюк О.В.</b>	<b>35</b>
<b>СТРУМЕНЕВО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ РЕЖИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ, МОДИФІКОВАНИХ БЕНТОНІТОМ</b>	

- Ободович О.М., Сидоренко В.В.** **37**  
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ РІДКИХ ГЕТЕРОГЕННИХ СЕРЕДОВИЩ (НА ПРИКЛАДІ ЕМУЛЬСІЙНИХ КОСМЕТИЧНИХ ПРОДУКТІВ) ЧЕРЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ (ДІВЕ)
- Ободович О.М., Костик С.І.** **40**  
ДОСЛІДЖЕННЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ ВИПАРНОМУ АПАРАТІ
- Ободович О.М., Лимар А.Ю.** **42**  
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІДКИХ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ПРИ ОБРОБЦІ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ (РПА) МЕТОДОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ (ДІВЕ).
- Гончарова І. С., Воронін Л.Г., Андреев І.А.** **44**  
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПЛИНУ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В КАНАЛІ СКЛАДНОГО ПЕРЕРІЗУ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ
- Семененко Д.С., Гайдай С.С., Корнієнко Я.М., Мартинюк О.В., Михальчук О.Д.** **45**  
ДИСПЕРГУВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР
- Орішкевич С.О., Собченко В.В.** **49**  
ВИКОРИСТАННЯ СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ В БУДІВЕЛЬНИЙ ПРОМИСЛОВОСТІ
- Григоренко О.В., Корнієнко Я.М., Гулієнко С.В.** **50**  
ПЕРСПЕКТИВИ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛОКАЛЬНОГО ЗАКИПАННЯ

<b>Бірюк Д. О., Зубрій О.Г.</b>	<b>53</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛООБМІНУ У РОТОРНО- ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ	
<b>Яроцький С.М., Целень Б.Я.</b>	<b>55</b>
НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КИСЛИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СПОСОБОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ	
<b>Степчук І.В., Степанюк А.Р.</b>	<b>57</b>
СТВОРЕННЯ ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ СУЛЬФАТУ АМОНІЮ В ПРИСУТНОСТІ БЕНТОНІТУ ТА ГУМІНОВИХ КОМПОНЕНТІВ	
<b>Сидоренко О.П., Зубрій О.Г.</b>	<b>59</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ НАДЦЕНТРИФУГІ.	

### **СЕКЦІЯ 3**

#### **«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

<b>Гоженко Л.П., Чайка О.І., Іваницький Г.К.</b>	<b>62</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ ДИСПЕРГАТОРІ	
<b>Двойнос Я. Г., Назарчук В. В., Хотинецький М. І.</b>	<b>63</b>
НОВІ ФАСОННІ ВИРОБИ З СПІНЕНОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛУ	
<b>Хотинецький М. І., Назарчук В. В., Двойнос Я. Г.</b>	<b>65</b>
МОДЕЛЮВАННЯ БЛОЧНОГО ТЕПЛООБМІННИКА	
<b>Безгін М.М., Корінчук Д.М.</b>	<b>66</b>
АНАЛІЗ НОВОГО МЕТОДУ БРИКЕТУВАННЯ ДЕРЕВНИХ ВІДХОДІВ	

#### **СЕКЦІЯ 4**

##### **«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

<b>Василенко Р.М., Семінський О.О.</b>	<b>70</b>
ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНИХ АПАРАТІВ ПУЛЬСАЦІЙНОЇ ДІЇ У ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
<b>Татарчук О.О., Марчевський В.М., Новохат О.А.</b>	<b>72</b>
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СУШІННЯ ПАПЕРУ	
<b>Василенко М.М., Биковець Д.П.Марчевський В.М., Мельник О.П.</b>	<b>74</b>
ПРОЦЕС ПРЕСУВАННЯ ФЛЮТИНГУ	
<b>Гробовенко Я. В., Марчевський В. М.</b>	<b>76</b>
СУШИЛЬНА УСТАНОВКА З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНИХ ТІЛ ТА ЖИВИЛЬНИКОМ	
<b>Смірнова В.А., Марчевський В.М., Воронін Л.Г.</b>	<b>78</b>
ЕЛЕМЕНТИ КІНЕТИКИ БІОГАЗОВОГО ПРОЦЕСУ	

#### **СЕКЦІЯ 5**

##### **«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»**

<b>Росомака В.О., Сосновчик С.Ф., Черьопкіна Р.І.</b>	<b>81</b>
СМОЛИСТІСТЬ НЕДЕРЕВНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ	
<b>Котюх Ю.М., Черьопкіна Р.І.</b>	<b>82</b>
НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СУМІШІ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ ТА СОЛОМИ РІПАКУ	
<b>Задніпрянець Ю.М., Бабич А.Ю., Антоненко Л.П.</b>	<b>83</b>
ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНО-ЧАСТИНОК	

<b>Дрозд К. Ю., Яцків О.Д., Дейкун І.М., Барбаш В.А.</b>	<b>85</b>
ОДЕРЖАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ З ВОЛОКНА ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР КОМБІНОВАНИМ ВАРІННЯМ	
<b>Микитюк Т.С., Меньків Р.В., Барбаш В.А., Трембус І.В.</b>	<b>87</b>
ОДЕРЖАННЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СТЕБЕЛ СИЛЬФІЮ	
<b>Скрипка М.Л. Антоненко Л.П. Плосконос В.Г.</b>	<b>89</b>
МІНЕРАЛЬНІ ТА ХІМІЧНІ ВОЛОКНА У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ ПІДВИЩЕНОЇ ТЕРМОСТІЙКОСТІ	
<b>Греськів Н.Я., Янюк О.М., Черьопкіна Р.І.</b>	<b>91</b>
ЩОДО ВИБЛЮВАННЯ НЕДЕРЕВНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ	

## **СЕКЦІЯ 6**

### **«ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

<b>Гончар Ю.О., Калітка В.В., О.С.Бессараб, М.М.Жеплінська</b>	<b>94</b>
ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОШКУ ТОПНАМБУРУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА МЕДИЧНИМ ІНУЛІНВМІСНИМ ПРЕПАРАТАМ	
<b>Верхола Г.Л., Копиленко А.В.,</b>	<b>96</b>
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДАЛЕННЯ ГАЗОВОЇ ФАЗИ У ПРОЦЕСІ ЕКСТРАКЦІЇ	
<b>Никитюк Т. В., Копиленко А.В.</b>	<b>98</b>
ЩОДО ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ РЕЖИМІВ З КОНТРОЛЬОВАНИМИ ЦИКЛАМИ	
<b>Прозор Р.С., Пономаренко В.В., Копиленко А.В.</b>	<b>100</b>
ВИКОРИСТАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ БЛОКІВ	

<b>Пащенко Б.С., Копиленко А.В.</b>	<b>102</b>
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РКЦ У РЕКТИФІКАЦІЇ	
<b>Гера В. М., Копиленко А. В.</b>	<b>104</b>
ОПТИМАЛІЗЦІЯ ПРОЦЕСУ ПАСТЕРИЗАЦІЇ	
<b>Жеплінська М.М., Бессараб О.С., Копиленко А.В., Богдан Д.В.</b>	<b>106</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКТІВ ТА НАСТОЇВ З РОСЛИННОЇ ЛІКАРСЬКОЇ СИРОВИНИ	
<b>Гончар Ю.О., Калітка В.В., О.С.Бессараб, М.М.Жеплінська</b>	<b>108</b>
ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОШКУ ТОПІНАМБУРУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА МЕДИЧНИМ ІНУЛІНВІСНИМ ПРЕПАРАТАМ	
<b>РІШЕННЯ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ»</b>	<b>110</b>

---

Підписано до друку 19.11.2013 р. Формат 60х90 1/16.  
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 4,9  
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 1911/03.

---

Підприємство УВОІ "Допомога" УСІ"  
Свідоцтво про державну реєстрацію №531018  
03056, м. Київ, пров. Політехнічний 6, корп. 5 (КПІ)  
Тел.: 277-41-46.