



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

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут Газу НАН України

Грузинський технічний університет

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

29-30 листопада

Київ 2017

УДК 66

ББК 35.11я43

Р 43

Збірник тез доповідей XIII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (29-30 листопада 2017 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 106 с

**Збірник тез доповідей XIII 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 22 листопада 2017 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 6
від 14 листопада 2017 р.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Киричок П.О.** д.т.н., проф., проректор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» з науково-педагогічної роботи, голова програмного комітету конференції
- Корнієнко Я. М.** д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету, заступник голови програмного комітету конференції
- Снежкін Ю. Ф.** д.т.н., професор, директор Інституту технічної теплофізики НАН України
- Ільєнко Б. К.** к.т.н., Вчений секретар Інституту Газу НАН України
- Шматок О. І.** к.т.н., голова Ради молодих вчених Інституту технічної теплофізики НАН України
- Корінчук Д. М.** к.т.н., Провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України
- Какубава Реваз (Івері) В.** д.т.н., професор Грузинського технічного університету

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

СЕКЦІЯ 1

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

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛЕННЯ

МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА

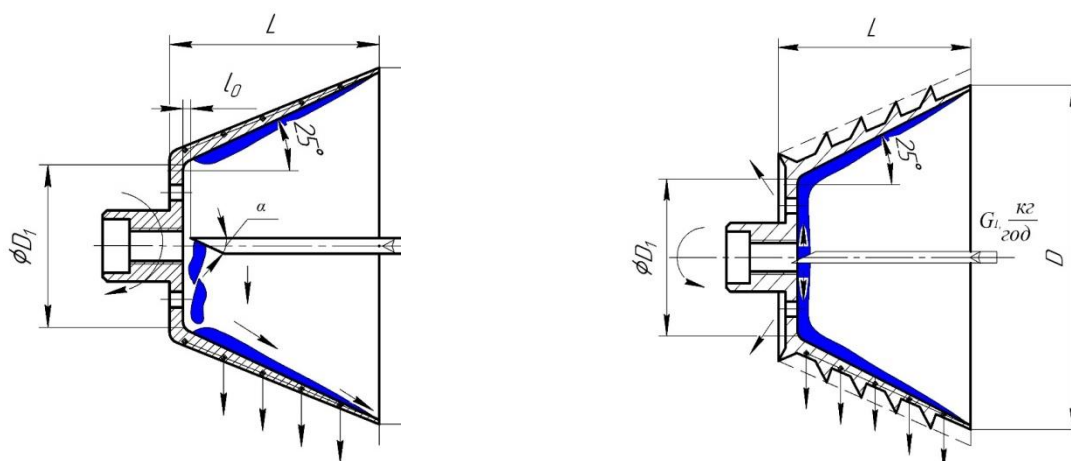
магістрант Манастирний М.М., д.т.н., проф. Корнієнко Я.М., ас.Любека А.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

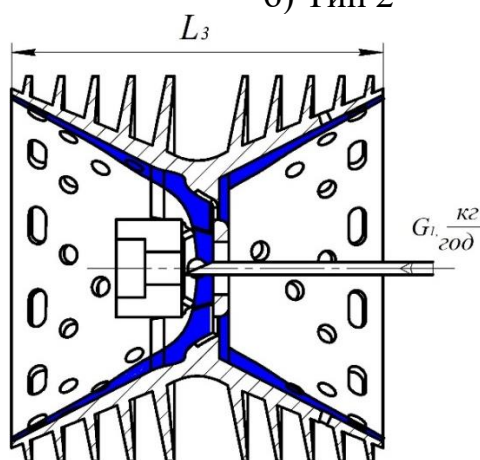
Одержання комплексних органо-мінеральних добрив найбільш ефективно проводити в псевдозрідженому шарі при зневодненні композитних розчинів для цього найбільш доцільним є введення рідкої фази за допомогою механічного диспергатора.

Досліджувались конструкції 3-х типів конічних диспергаторів з перфорованою поверхнею рисунок 1



а) Тип 1

б) Тип 2



в) Тип 3

Рисунок 1 – Досліджувані конструкції диспергаторів

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

Диспергатор тип 1, рисунок 1 а має гладку бічну поверхню на якій по спіральній траєкторії рівномірно розташовувались отвори діаметром 4,5 мм. Диспергатор тип 2, рисунок 1б в якому на зовнішній поверхні встановлені відбійні кільця. Диспергатор тип 3, рисунок 1в який являє суміщення дзеркального відображення диспергатора тип 2 із введенням рідини в центральну частину.

Щільність розподілення визначалась за формулою:

$$g_i = \frac{h_i \cdot G}{\sum h_i \cdot 3600 \cdot L_p},$$

де G – масові витрати рідини, кг/год;

h_i – висота стовпа рідини в окремі комірці касети, мм;

L_p – робоча зона зрошення, мм;

$\sum h_i$ – сума висот стовпів рідини у всіх комірках, мм.

Залежність $g = f(L)$ для трьох типів диспергаторів наведена на рисунку 2.

Наявність максимумів для диспергаторів типу 1 і 2, що в 6 і 3 рази перевищують базовий рівень, що є неприйнятним і сприятиме утворенню локальної зони перезволоження. Більш ефективним є диспергатор тип 3, де співвідношення значно менше.

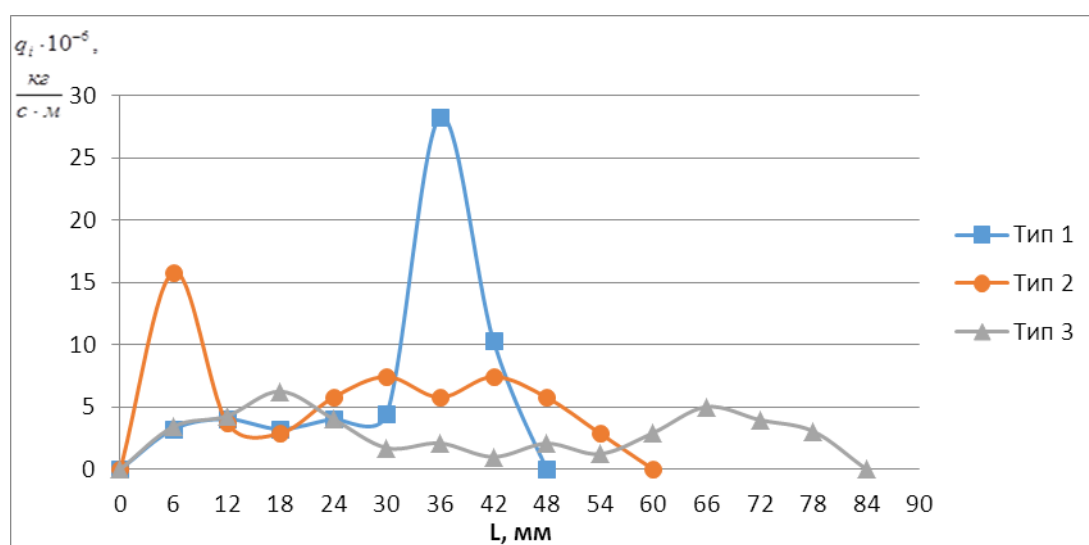


Рисунок 2 – Щільність розподілу маси рідини по довжині зони диспергування для диспергаторів Тип 1, Тип 2, Тип 3

Оцінку рівномірності диспергування проводили по індексу щільності розподілення:

$$j_{\max} = \frac{g_{i\max}}{L_p},$$

де L_p – ширина робочої зони розпилення, $g_{i\max}$ – максимальне значення щільності розподілення рідини в окремій мірній колбі, мм;

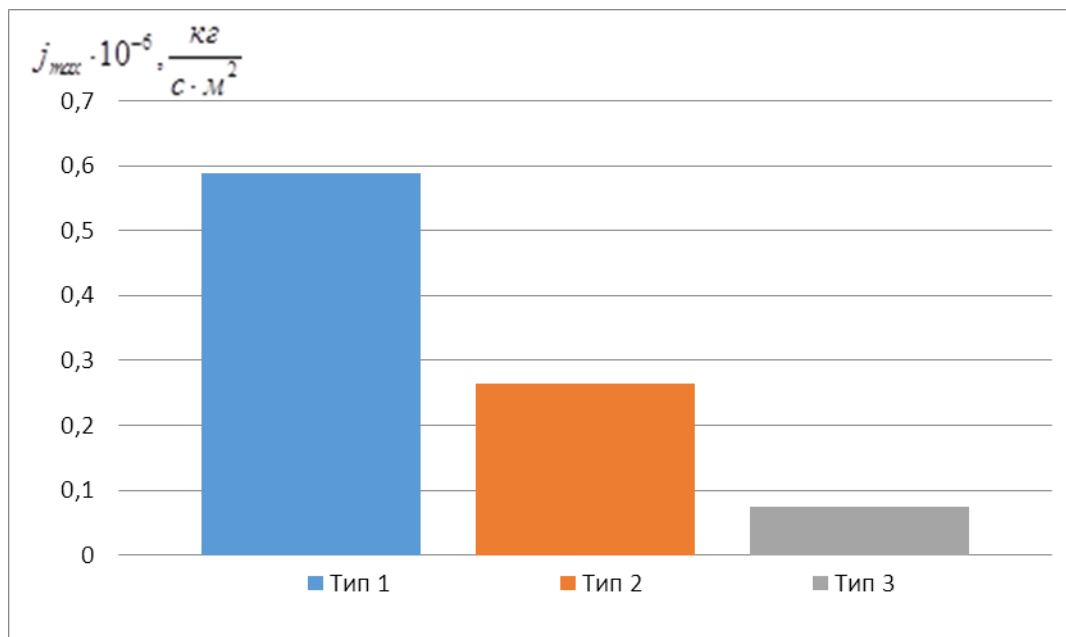


Рисунок 3 – Індекс щільності розпилення j_{\max} для різних типів диспергата

Порівняння індексу щільності, рисунок 3 показує, що найбільшій рівномірності розподіленню досягнуто при застосуванні конструкції третього типу, що в 4,5 рази менший ніж у диспергаторі типу 1 і в 2,5 рази типу 2.

В подальшому доцільно проводити дослідження впливу числа обертів та витрат в диспергаторі тип 3 на щільність розподілення та середній розмір крапель.

Перелік посилань:

1. Манастирний М.М., Корнієнко Я.М., Любека А.М. Збірник тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016.

2. Вплив шорсткості й змочуваності робочої поверхні конічного диспергатора на диспергування рідкої фази КОРНІЄНКО Я. М., д.т.н., проф., ЦЮПЯШУК А. М., магістрант. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

РОТОРНО-ПЛІВКОВИЙ ВИПАРНИЙ АПАРАТ

магістрант Бишко М.А., к.т.н. доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В основу винаходу поставлена задача забезпечити рівномірність формування плівкової поверхні продукту за рахунок почергової зміни типу закріплення лопаті.

Поставлена задача вирішується у роторно-плівковому апараті, що включає вертикальний циліндричний корпус, теплообмінну оболонку, штуцери введення, виведення теплоносія, краплевідбійник, штуцери введення та виведення продукту, штуцер виходу вторинної пари, вал ротора, на якому шарнірно та жорстко закріплені лопаті у вигляді пластин, одна із лопатей є притискною, крайки якої контактують із внутрішньою поверхнею плівки, за рахунок «непарного-парного» монтажу лопаток, та зміни кута фіксації жорстко закріплених лопатей.

Поставлена задача вирішується також за рахунок того, що режим формування плівки дозволяє впливати на її розподіл по поверхні теплообміну, виключаючи можливість зростання товщини плівкового покриття в результаті зміни властивостей рідини (густини) у процесі випаровування.

Зміна режиму роботи лопатей, та зміна кута фіксації жорстко закріплених лопатей с деяким зазором δ дозволяє досягти ефективного перемішування продукту по всій висоті апарата, що прискорює паровиділення з внутрішньої поверхні шару рідини. Тобто, забезпечує врахування зміни властивостей рідкого продукту під час випарювання по висоті теплообмінної оболонки.

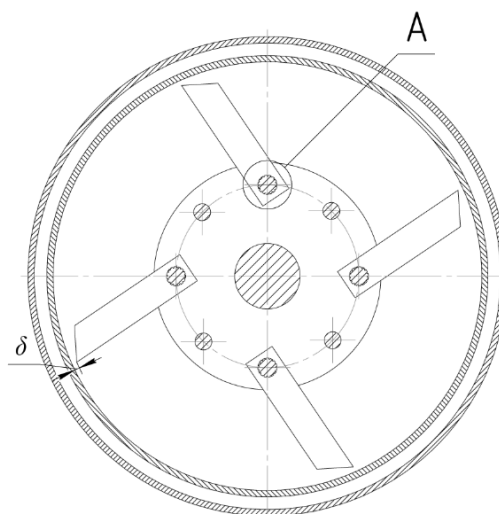
На фіг. 1 наведена схема поперечного перерізу ротора роторно-плівкового апарата.

На фіг. 2 зображений спосіб закріплення жорстких лопатей.

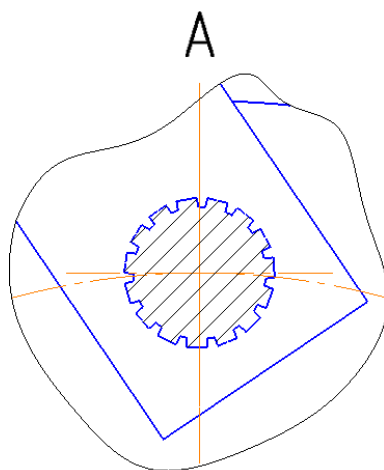
Новизною технічного рішення є зміна режиму роботи лопатей, що дозволяє впливати на параметри процесу теплообміну і течії речовини за рахунок

можливості зміни кута фіксації жорстко закріпленої лопаті, враховуючи параметри зміни її характеристик в процесі упарювання та вимоги до кінцевого продукту.

Запропоноване технічне рішення забезпечує отримання якісного продукту без суттєвих матеріальних втрат, при цьому можлива модернізація вже впроваджених випарних апаратів і, що важливо, пристрій може застосовуватись для широкої гами продукції, адже виведення на оптимальні експлуатаційні параметри можливий за рахунок визначення відповідної швидкості обертання.



Фіг. 1



Фіг. 2

Рисунок 1 – Схема роторно-плівкового випарного апарату

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України. МПК В01D 1/22 Роторно-плівковий випарний апарат/ Бишко М. А.; Зубрій О.Г., № u201710350; заявл.01.11.17.

ТИСК ТА КОЛИВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРИ КАСКАДНІЙ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ

магістрант Великоіваненко С.П., к.т.н., доц. Швед М.П., к.т.н Швед Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Каскадні схеми екструзії полімерів, в яких процес розділено на окремі операції з можливістю автономного керування, використовують з метою покращення керування процесом екструзії, для забезпечення вибору оптимальних параметрів кожної з виділених операцій і процесу переробки в цілому [1]. На першій стадії в якості розплавлювача-гомогенізатора все частіше використовують дисковий екструдер, а на другій стадії, для подолання опору формуючого інструменту встановлюють шестеренний насос, який завдяки жорсткій напірній характеристиці запобігає пульсації тиску та продуктивності, що дозволяє зменшити допуски на геометричні розміри і відповідно перевитрати сировини та енергії. Тиск який може створювати шестеренний насос залежить від співвідношення між опором формуючої головки і внутрішнім опором насосу. Найважливішою умовою працездатності насосу є виконання залежності :

$$Q_{\phi} \Delta P_{\text{зов}} = Q_{\text{втр}} \Delta P_{\text{внт}} \quad (1)$$

Q_{ϕ} – фактична подача насосу, $Q_{\text{втр}}$ – внутрішні втрати розплаву, $\Delta P_{\text{зов}}$ – зовнішній гідравлічний опір, $\Delta P_{\text{внт}}$ - внутрішній гідравлічний опір

З рівняння (1) отримаємо наступну залежність:

$$\frac{Q_{\phi}}{Q_{\text{втр}}} = \frac{\Delta P_{\text{внт}}}{\Delta P_{\text{зовн}}} \quad (2)$$

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

Із залежності (2) видно, що зменшуючи гідравлічний опір внутрішніх втрат насосу – можна досягти такого моменту, при якому насос буде не в змозі

подолати опір формуючого інструменту. В цей момент внутрішній і зовнішній гідравлічні опори зрівноважаться, в результаті чого стануть рівними подача і внутрішні втрати, виконуватиметься умова, що є аналогом відсутності подачі розплаву. При цьому вся механічна енергія яка підводиться до насосу, буде перетворюватися у внутрішню енергію розплаву, тобто йти на її нагрівання.

Крива залежності продуктивності шестеренного насосу від тиску на виході називається жорсткою робочою характеристикою. Характерний вигляд робочих характеристик наведено на рисунку 1 [2]. Так для класичних екструдерів з більш глибокою нарізкою (крива 1) робоча характеристика має більший нахил, ніж для екструдерів оснащених шестеренним насосом (крива 2). При зміні опору головки на величину ΔP продуктивність екструзії зміниться на величину ΔG_1 для класичного черв'ячного екструдера і на величину ΔG_2 для черв'ячного екструдера оснащеного шестеренним насосом з жорсткою напірною характеристикою. Із рисунка видно, що коливання тиску $P \pm \Delta P$ призведе до значно більших коливань продуктивності при черв'ячній екструзії в порівнянні з екструзією оснащеною шестеренним насосом. Таким чином зменшення коливань продуктивності дасть можливість зменшити допуски на геометричні розміри виробів та покращити техніко-економічні показники екструзії, що і є підставою для використання шестеренних насосів при екструзії полімерів.

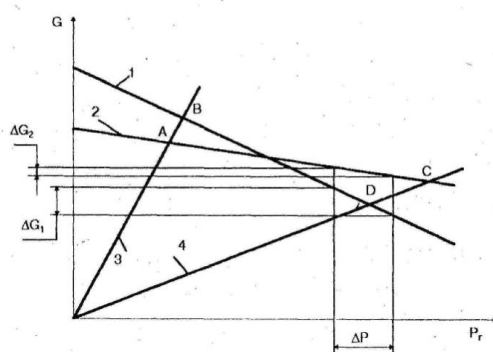


Рисунок 1 – Робочі характеристики екструдера

Перелік посилань:

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

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

УДК 532.501: 662.33

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНОГО МЕХАНІЗМУ ПРИ ОБРОБЦІ ДИСПЕРСНИХ СЕРЕДОВИЩ

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

На сьогодні одним з найбільш енергоефективних способів в технологічних операціях, що реалізують обробку дисперсних середовищ є використання потужних кавітаційних механізмів. Розробка високоефективних кавітаційних апаратів для інтенсифікації процесів диспергування, гомогенізації, екстракції тощо з мінімальними непродуктивними енерговитратами базується на теплофізичних основах методу дискретно-імпульсного введення енергії. Теоретичні і експериментальні дослідження обґрунтовують енергоефективність впливу явища кавітації при проведенні тепломасообмінних, гідродинамічних, хімічних та біофізичних процесів на оброблюване середовище.

Проведена робота присвячена оптимізації процесу реалізації кавітаційних механізмів в апаратах пульсаційного типу з метою подальших розробок принципово нових кавітаційних реакторів. На основі фізичної моделі пульсаційного апарата і базових математичних моделей, що описують гідродинамічні процеси в газовому та рідинному трактах апарата, створено математичну модель, що описує характер ініціювання і протікання кавітаційних процесів в рідинному тракті кавітаційного реактора. Аналіз моделювання ефектів кавітації в трубі пульсаційного диспергатора дозволив отримати порівняння різних режимів роботи апарата та оптимізувати процес реалізації кавітаційного впливу на середовище в процесі обробки.

Результати моделювання підтверджено експериментальними дослідженнями процесу екстракції цільових компонентів з рослинної сировини. Проведено аналітичні та експериментальні дослідження процесів диспергування і екстракції на пульсаційному апараті ударного типу,

проаналізовано отримані результати за аналогічною методикою проведення процесів на створеному принципово новому кавітаційному реакторі. Результати цих досліджень показали, що застосування кавітаційного реактора пульсаційного типу для екстрагування з усіх застосованих видів рослинної сировини забезпечує максимальний вихід цільових компонентів за більш короткий час у порівнянні з існуючими типами пульсаційних екстракторів. При цьому питомі енерговитрати у порівнянні з пульсаційним екстрактором ударного типу знижуються від 2 до 8 разів залежно від структури рослинної сировини, що у перерахунку на енерговитрати складає: 61 кВт·год/кг(сухих речовин в екстракті) для розмеленої сировини і цілої сировини – 161 кВт·год/кг(сухих речовин в екстракті) для насіння льону; 116 кВт·год/кг(сухих речовин в екстракті) – для кореневищ з коренями валеріани; 1909 кВт·год/кг(сухих речовин в екстракті) – для плодів шипшини. Результати лабораторних досліджень якості отриманих екстрактів з насіння льону дозволили рекомендувати кавітаційну обробку при розробці нових технологічних ліній одержання хлібобулочних виробів, а концентрований льняний продукт включено в рецептури хліба і хлібобулочних виробів провідними експертами харчової промисловості.

Проведений комплекс досліджень дозволяє зробити висновок, що створений в ІТТФ НАН України принципово новий тип кавітаційного реактора пульсаційного типу може бути рекомендований для використання в харчовій, фармацевтичній промисловості та в АПК.

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ
ПОЛІЕТИЛЕН-КАУЧУКОВИХ КОМПОЗИЦІЙ**

магістрант Гоцький Я.Г., к.т.н., ст.викл. Двойнос Я.Г.

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

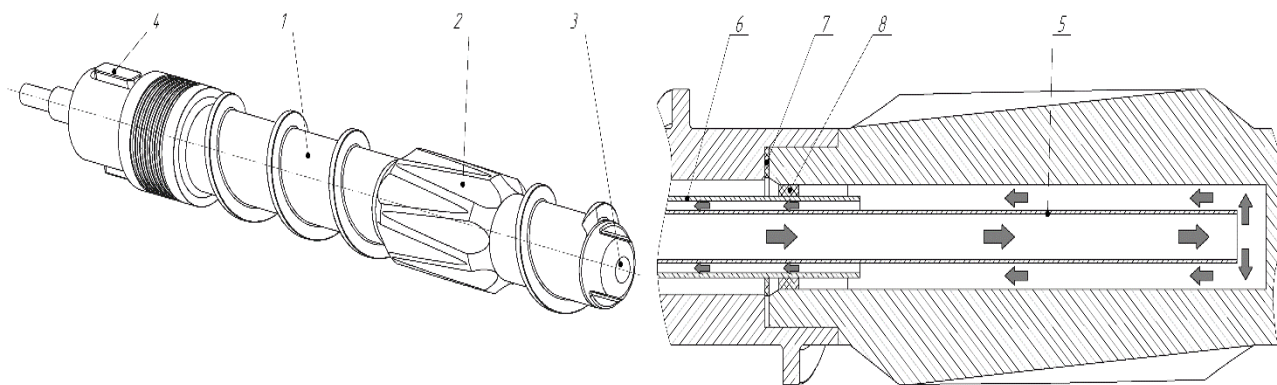
Зростають потреби в створенні міцних, зносостійких та бюджетних матеріалів. До них відносяться полімерні композиції, які мають нові властивості, наприклад композиція поліетилен – силіконовий каучук має антифрикційні властивості і використовується при виготовленні внутрішнього шару захисних поліетиленових труб оптоволоконних мереж. Саме тому питання створення та модернізації обладнання для переробки полімерних композицій є актуальним. При переробці таких композицій найбільш критичним процесом є диспергування та перемішування наповнювачів, таких як пластифікатори, стабілізатори, барвники та інші добавки, що надають специфічні властивості отриманій композиції.

Процес диспергування та перемішування високов'язкого розплаву полімер–каучукової композиції, супроводжується інтенсивною деформацією, яка викликає розігрів по всьому об'єму, що може викликати термічну деструкцію та погіршення основних показників.

Традиційно в зоні плавлення та гомогенізації екструдера на шнеку додатково встановлюють змішувальну насадку. Найбільш відомою конструкцією є змішуючий елемент Меддока [1]. Елемент виконано в розриві гвинтової нарізки шнека екструдера у вигляді повздовжніх вхідних та вихідних каналів, які з'єднані між собою кільцевим зазором між виступами елемента та циліндром. Проходячи кільцевий зазор розплав піддається високій швидкості зсуву, за рахунок чого агломерати у розплаві руйнуються та досягається мета – інтенсивне диспергуюче змішування.

З метою підвищення продуктивності обладнання запропоновано виконати

систему охолодження змішувального елемента шнека [2, рисунок 1].



1 – шнек; 2 – елемент змішувачий; 3 – конус шнека; 4 – шпонки передачі крутного моменту; 5 – внутрішня труба; 6 – зовнішня труба; 7, 8 – ущільнення

Рисунок 1 – Схема модернізованої конструкції шнеку

Суть модернізації [2] полягає в тому, що елемент Меддока розташовано на окремій деталі, яка механічно, на різьбі прикручена до заготовки шнека, а у центральному отворі встановлено дві труби, причому труби мають різні діаметри і розташовані одна всередині другої, а охолоджуюча рідина, наприклад вода потрапляє у порожнину деталі з елементом Меддока через трубу малого діаметру і повертається через кільцевий зазор між трубами, таким чином охолоджується тільки частина шнеку на якій розташовано елемент Меддока.

Висновок: модернізація шнека вимагає створення нової методики розрахунку енерговитрат у змішувальному елементі з охолодженням.

Перелік посилань:

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1986. – 488 с., ил.

2. Заявка на патент України. МПК В29С 47/80, В29С 47/36, В29С 47/88. Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів. Я.Г.Гоцький, Я.Г.Двойнос; заявники вони ж.–№ и 2017 09630; заявл. 02.10.2017.

НЕОДНОРІДНЕ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ

магістрант Денисенко В.Р., проф., д.т.н. Корнієнко Я.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ефективний процес утворення твердих гуміново-мінеральних композитів із пошаровою структурою з рідких систем у псевдозрідженому шарі можливе при забезпеченні відповідного гідродинамічного режиму і виду псевдозрідження загалом [1].

Застосування техніки псевдозрідження дозволяє покращити інтенсивність процесу масообміну. Особливо це актуально для процесів зневоднення і грануляції рідких систем у псевдозрідженому шарі. В цьому випадку неоднорідність псевдозрідження суттєво підвищує коефіцієнти перенесення (тепла і маси) та сприяє активному оновленню поверхні контакту фаз. Для математичного відтворення сказаного запишемо рівняння:

-по поверхні теплообміну:

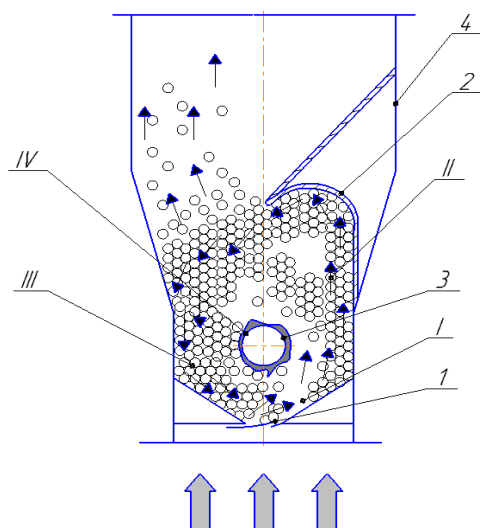
$$Q = \alpha \Delta t \Sigma F \quad (1)$$

-по поверхні масообміну:

$$M = \beta \Delta P \Sigma F \quad (2)$$

У випадку псевдозрідження твердих частинок газами зазвичай спотерігається прохід через шар і виходом з нього так званих газових бульбашок. При цьому спостерігаються значні пульсації статичного і динамічного напору псевдозріджуючого агенту. Такий характер гідродинамічного шару називають неоднорідним псевдозрідженням. Візуальне спостереження, відеозйомка і методи вимірювання розмірів бульбашок на відстані від стінки показують, що вони зростають по мірі свого підйому крізь шар. Проходячи через поверхню шару, бульбашки підіймають деяку масу твердої фази і «підриваються», підкидаючи ці частинки, показуючи наявність надлишкового тиску всередині бульбашок. Це в свою чергу дає змогу

збільшити інтенсивність тепломасообміну між зріджувальним агентом та твердою фазою внаслідок інтенсивного перемішування в апараті псевдозрідження [2].



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

Рисунок 1– Схема апарату та руху зернистого матеріалу

У реальних умовах проведення експерименту з неоднорідним псевдозрідженням загальний об'єм в апараті збільшується, як мінімум, на 13,47...14,83%, що при оптимальній частоті забезпечує переміщення більше 60% маси шару за 1 секунду. Це означає, що за 2 секунди здійснюється повне оновлення поверхні контакту фаз в апараті. Таким чином, застосування неоднорідного псевдозрідження та конструкції апарату дозволяє забезпечити направлену тримірну циркуляцію зернистого матеріалу з утворенням імпульсного режиму його переміщення [3].

До переваг неоднорідного псевдозрідження можна віднести:

- Простота конструкції апаратів;
- Інтенсифікація перемішування при незначних числах псевдозрідження;
- Можливість псевдозрідження зі збільшенням густини частинок;
- Менша витрата енергії на розширення шару;

- Забезпечення рушійної сили по масообміну;
- Залучення всієї поверхні шару матеріалу до процесу масообміну;

Подальше дослідження ефективності процесу буде проводитися в реальних умовах пілотної установки.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М., Мельник М.П., Гайдай С.С., Мартинюк О.В. Особливості гідродинаміки псевдозрідженого шару при зневодненні рідких систем//Збірник тез доповідей III міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання».- N2-2012 р., с. 18-20.

2. Ю.И. Хвастухин, Н.К. Когута. «Гранулирование и обжиг в псевдосжиженном слое.- К.: Наукова думка, 1988.

3. Я.М. Корнієнко, О.В. Мартинюк, С.С. Гайдай, Д.С. Семененко, А.М. Любека. Гранульовані азотно-кальцієво-гумінові тверді композити, модифіковані бентонітом. Процес одержання // Хімічна промисловість України 2013 - №5 [118]. С. 46-51.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

магістрант Довгаль О.О., к.т.н., доц. Корінчук Д.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Спосіб виготовлення біопалива належить до загальної теплоенергетики, твердопаливних джерел тепла, сільськогосподарської, деревообробної промисловості і може бути використаний для виробництва екологічно чистих біопалив для промислових і комунально-побутових потреб.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки енергоефективного способу виготовлення біопалива, шляхом зменшення витрат енергії на пропарювання, та зниження відносної вологості матеріалу, після пропарювання. Поставлена задача вирішується тим, що на стадії пропарювання використовують продувку матеріалу відпрацьованим сушильним агентом насиченим водяною парою.

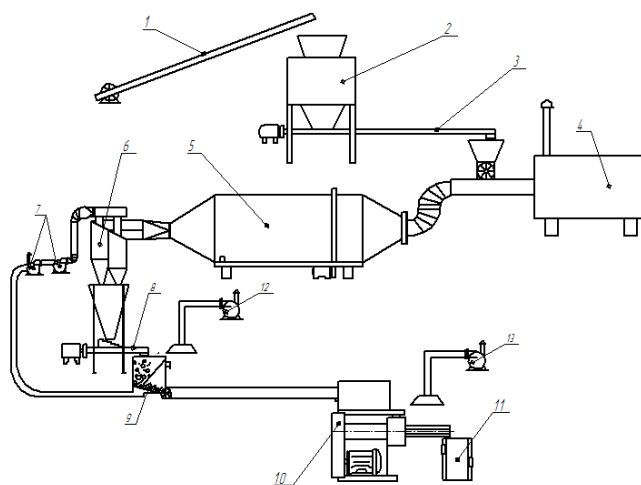
На рисунку зображена лінія виробництва біопалива, де 1-живильник гвинтовий, 2 - дробарка молоткова, 3 - живильник стрічковий, 4 - теплогенератор, 5 - сушарка барабанна, 6 - циклон, 7,12,13 - витяжний вентилятор, 8- живильник шнековий, 9 – пропарювальна камера, 10 - прес ударного типу, 11 - приймач готових виробів.

Згідно з запропонованим способом, виготовлення біопалива виконується наступним чином: сировина за допомогою гвинтового живильника 1 подається до молоткової дробарки 2, де подрібнюється до фракції з розміром часток $s \leq 5$ mm. Подрібнена сировина потрапляючи до барабанної сушарки 5, за допомогою живильника 3, підсушується топковими газами з теплогенератора 4, до відносної вологості 10-15 %, а потім витяжним вентилятором 7 подрібнена та підсушена сировина засмоктується в циклон 6, де сировина відділяється від топкових газів, також в вентиляторі 7 відбувається регулювання розрідження, шибер з напірної лінії розділяє топкові гази, одну частину потоку відпрацьованого сушильного агента та на пропарювання, а іншу на викид. Шнековим живильником 8 подрібнена

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

сировина подається в камеру пропарювання 9, де пропарюється при температурі близько 95 °С, насичується вологою до 20 % та подається на прес ударного типу 10. Пара, що виділяється після пропарювання та пресування відбирається витяжним вентилятором 12 та 13. Паливо може бути сформовано у вигляді гранул чи брикетів, які фасуються в мішки приймачем 11. Економічно доцільно, як паливо для теплогенератора 4 використовувати частину виготовлених брикетів. Зола, що утворюється при спалюванні брикетів може бути використана, як мінеральне добриво.

Технічний результат винаходу дозволяє знизити витрату енергії на пропарювання, підвищити економічну ефективність технологічного процесу без втрати якісних характеристик одержуваного біопалива. На стадії пропарювання на 1 тону висушеного матеріалу необхідно витратити 100 кг водяної пари, за 1 год в барабанній сушарці випаровується 900 кг вологи, відповідно, на пропарювання матеріалу нам необхідно відібрати 11-12% вологого сушильного агента.



1-живильник гвинтовий, 2 - дробарка молоткова, 3 - живильник стрічковий, 4 - теплогенератор, 5 - сушарка барабанна, 6 - циклон, 7,12,13 - витяжний вентилятор, 8- живильних шнековий, 9 – пропарювальна камера, 10 - прес ударного типу, 11 - приймач готових виробів.

Рисунок – Схема виробництва біопалива

Перелік посилань

1. http://library.uipv.org/document?fund=2&id=236277&all_funds=1

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ
ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК**

студент Новодворський В.В., к.т.н, доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

На сьогоднішній день виробництво добрив має надзвичайно важливе значення. Виробництво азото-гумінових і азото-мінеральних добрив з вмістом сульфату, калію, і здійснюється в грануляторі. Під час виробництва в грануляторі генерується велика кількість твердих, дрібнодисперсних частинок. Під час осадження цих частинок було запропоновано також видаляти пари води шляхом їх конденсації. В результаті чого в циклонних апаратах утворюється суспензія.

Рух уловленої суспензії суттєво залежить від її теплофізичних властивостей, особливо від в'язкості та густини, які совою чергу залежать від внутрішнього тертя, яке проявляється при наявності відносного руху сусідніх шарів рідини і залежить від сил зчеплення між окремими молекулами.

Для забезпечення руху суспензії по стінках циклону необхідно дослідити властивості руху суміші. Серед одних із найважливіших – в'язкість. У півці виділяємо елементарний кубічний об'єм зі стороною a , тоді на нього діють сили тяжіння і опору. У найпростішому вигляді повинна виконуватися умова (рисунок 1).

По закону Ньютона сила внутрішнього тертя, тобто сила, яка проявляється при переміщенні одного шару рідини відносно іншого, прямо пропорційна відносній швидкості переміщення і величині поверхні дотику цих шарів.

Вона залежить від властивостей рідини і не залежить від тиску.

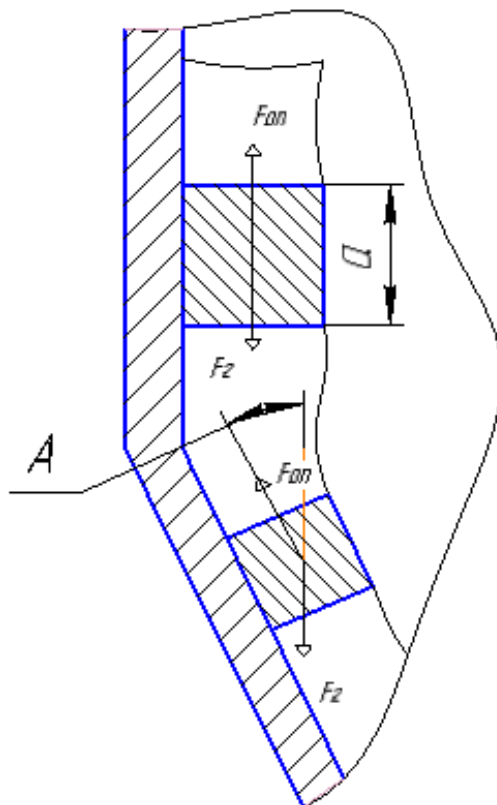


Рисунок 1 – Осадження плівки в циклоні

для вертикальної частини циклону:

$$F_{on} < F_z, \quad F_z = mg = \rho \cdot a^3 \cdot g$$

де ρ - густина суспензії; a - сторона виділеної частинки квадратної форми; g - прискорення вільного падіння.

Для конічної частини циклону:

$$F_{on} \cdot \cos(A) < F_z$$

Метою є визначення умов осадження полідисперсних частинок у присутності води.

Література:

1. Касаткин А.Г Основные процессы и аппараты химической технологии.- 1961.-829с.

**ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ТА СПОСОБУ ВИДАЛЕННЯ
КОМПОЗИТНИХ ЗАБРУДНЕНЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ**

магістрант Орленко А.Ю., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Сульфат амонію (амоній сірчаноокислий) - хімікат, який вітчизняна промисловість випускає у великих кількостях. Під час переробки водяних розчинів сульфату амонію у комплексні добрива одним із етапів процесу є очистка повітря від композитних забруднень.

Розвинуто модель інерційно-фільтруючої сепарації, що враховує утворення та конденсаційне зростання краплин в турбулентному потоці газорідинної суміші, вплив фазових перетворень та коалесценції краплин конденсату на ефективність процесів інерційно-фільтруючої сепарації з конденсацією за рахунок додаткового охолодження циліндричної частини циклонного апарату, що надає можливість вловлювання вологи навіть у вигляді конденсаційного туману.

На етапі моделювання міжфазного тепломасообміну при інерційно-фільтруючій сепарації з конденсацією в інерційно-фільтруючих сепараційних каналах здійснено спробу вирішення сполученої задачі теплообміну. При цьому застосовано підхід, який дозволяє звести систему диференціальних рівнянь гідродинаміки (рівнянь Нав'є-Стокса) та конвективного теплообміну (рівнянь Фур'є-Кірхгофа) в приватних похідних до двох незв'язних крайових задач:

$$\alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} \right) = w_\varphi \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{w_\varphi}{r} \frac{\partial T}{\partial \varphi}$$

При цьому на границі плівки, яка стікає по охолоджуваних стінках сепараційного каналу, слід ввести такі граничні умови (рис.1):

$$r=r_2, T=T_{ст}=\text{const}; r=r_2, \lambda \frac{\partial T}{\partial r} = \alpha(T_{ст}-T_{гр}); r=r_{гр}, T=T_{гр}$$

($r_{гр}=r-\delta$). Приймаючи, що закон розподілу температури по товщині плівки апроксимується квадратичним поліномом $T=a+br+cr^2$:

$$\left\{ \begin{array}{l} T(r_2) = a + br_2 + cr_2^2 \\ T'(r_2) = b + 2cr_2 = -\frac{\alpha}{\lambda}(T_{гр} - T_{ст}) \\ T(r_2 - \delta) = a + b(r_2 - \delta) + c(r_2 - \delta)^2 = T_{гр} \end{array} \right.$$

Після спрощень та перетворень рівнянь Нав'є-Стокса та Фур'є-Кірхгофа, диференціювання функції температури та осереднення по товщині плівки визначається температурний градієнт рідини у стінки каналу(початковий перепад температур на границі між фазами і стінкою на вході в сепараційний канал ΔT_0), що має вигляд наступного закону розподілу поля температур:

$$T_{гр}(r, \varphi) = T_{ст} + \frac{\Delta T_0}{\lambda_1, \lambda_2} (\lambda_1 e^{\lambda_2 \varphi} - \lambda_2 e^{\lambda_1 \varphi}),$$

який містить корені $\lambda_{1,2} = -a_1 \pm \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$ характеристичного рівняння $\lambda^2 + 2a_1\lambda - a_2^2 = 0$, що визначається за введеними безрозмірними параметрами a_1, a_2 .

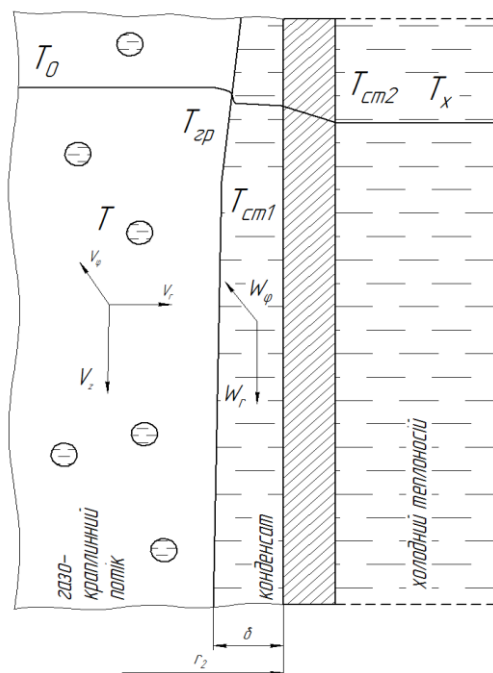


Рисунок 1–Схема процесу осадження

Висновок: отримана математична модель дозволить дослідити основні параметри, що впливають на процес осадження.

Перелік посилань:

- 1) Ляпоценко О.О. Теоретичні основи процесів інерційно-фільтруючої сепарації: Автореферат. // Львів, 2016. – 27с.

РОТОРНО-ПЛІВКОВИЙ ВИПАРНИЙ АПАРАТ

магістрант Осадчий В.О., к.т.н. доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

В основу корисної моделі покладено задачу розробити такий апарат, при реалізації якого буде зменшено величину потоків перед лопаттю, а також регулювання часу перебування рідини в апараті.

Поставлена задача вирішується тим, що в роторно-плівковому випарному апараті, що містить циліндричний корпус з рубашкою, ротор з шарнірно закріпленими на ньому лопатями, новим є те, що вільні кінці лопатей виконані по контуру гіперболи та кутом нахилу до вертикальної осі апарата. За рахунок нахилу вільних кінців лопатей відносно вертикальної осі, результуючу дію лопаті на плівку рідини можна розкласти на вертикальну і горизонтальну складові. За рахунок виконання лопатей в формі гіперболи ми отримуємо більш стійку плівку речовини. А це дає змогу, керуючи швидкістю обертання ротора, варіювати час перебування упарюваної речовини в апараті.

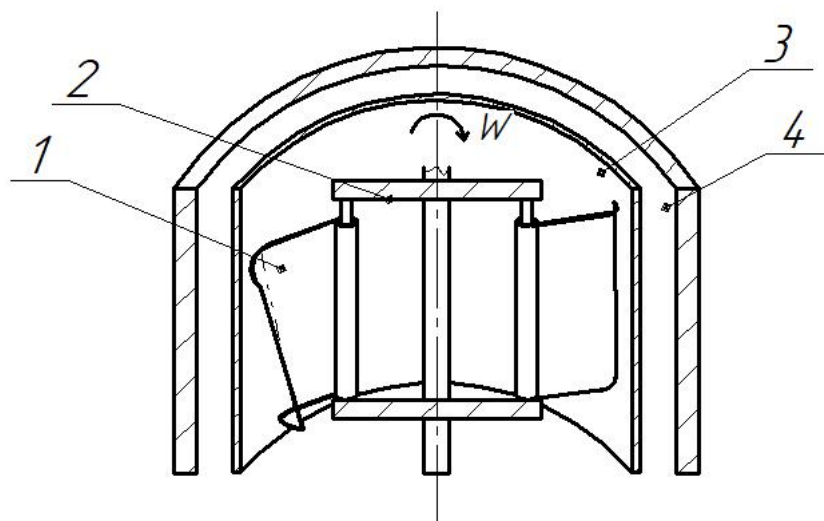
На рисунку 1 (фіг. 1) зображено роторно-плівковий випарний апарат; на (фіг. 2) зображено горизонтальний вигляд ротора, та лопаті, закріплені на ньому, а також стінку апарату і взаємне розташування лопаті і стінки.

Роторно-плівковий випарний апарат (фіг. 1) містить циліндричний, вертикально закріплений корпус 3 з рубашкою 4, ротор 2 та шарнірно закріплені на роторі лопаті 1, вільні кінці лопатей виконані по контуру гіперболи та кутом нахилу до вертикальної осі апарата.

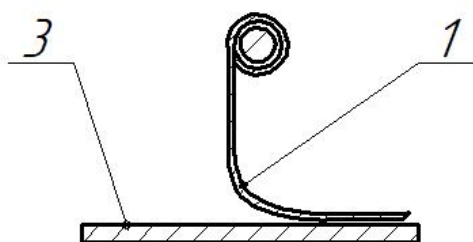
Як показано на фіг. 2 речовину для упарення подають на внутрішню поверхню корпусу апарата 3 через розподілюючий плівкоутворюючий пристрій, де вона під дією лопаті 1, закріпленої на вертикальному роторі 2 та сили тяжіння, починає гвинтоподібний рух. Поступово рухаючись рідина упарюється за рахунок підводу теплової енергії від теплоносія, який

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

знаходиться в рубашці 4, через теплообмінну поверхню, до потрібної концентрації та виводиться з апарату. За рахунок нахилу вільних кінців лопатей відносно вертикальної осі, результуючу дію лопаті на плівку рідини можна розкласти на вертикальну і горизонтальну складові. Таким чином, застосування запропонованої корисної моделі дозволяє підвищити якість одержуваного продукту та зменшити енергетичні витрати на його отримання.



Фіг. 1



Фіг. 2

1 – лопатка гіпербілодна; 2 – ротор; 3 – внутрішня стінка апарату;
4 – зовнішня стінка оболонки апарата

Рисунок 1 – Схема роторно-плівкового випарного апарату

Перелік посилань:

1. Заявка на патент України. МПК В01D 1/22 Роторно-плівковий випарний апарат/ Осадчий В.О.; Зубрій О.Г. , № u201710290; заявл. 25.10.17.

КЛАСИФІКАЦІЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

студент Панченко Д.М.; к.т.н., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Мастильно-охолоджувальні рідини (МОР) - складні багатокомпонентні системи, призначені для змащення та охолодження металообробних інструментів і деталей, що сприяє зменшенню зносу інструментів і підвищенню точності виготовлення деталей, дозволяє застосовувати більш ефективні режими обробки збільшивши швидкість різання, фрезерування, шліфування, тощо [1].

Раціональне застосування МОР дозволяє підвищити стійкість різального інструмента від 1,5 до 4 разів. У той же час мастильно-охолоджувальні рідини, які ефективні для однієї групи оброблюваних матеріалів і видів обробки, можуть бути малоефективними для інших і, навіть, мати шкідливий вплив. Кожній комбінації: матеріал – вид обробки – інструмент – режим обробки повинна відповідати певна, найбільш ефективна для даних умов МОР [2], тому питання правильного вибору МОР є актуальним.

МОР класифікуються за такими основними ознаками [3]:

1. За походженням компонентів: масляні МОР, основу яких складають нафтові мастила, тваринні або рослинні жири.

2. За способом компонування: 1) емульсол – готовий продукт з тривалим терміном зберігання; 2) технічні МОР, що готуються безпосередньо перед застосуванням з концентрату згідно з затверджених стандартів або технічних умов.

3. За фізико-механічними показниками: в'язкістю, кислотним числом, температурою спалаху.

4. По галузі застосування: обробка металів різанням, обробка металів тиском, при обробці пластмаси і металокераміки.

Розрізняють МОР наступних видів [3]:

1. Масляні – склади з компонентів, які не змішуються з водою. Базою масляних МОР є парафінові, мінеральні або нафтові масла з концентрацією 60...95%. Для посилення ефективності проти зносу, тертя, корозії до складу

МОР додають присадки і інгібітори. Масляні МОР мають відмінні змащувальні властивості. Використовуються для м'яких металів при простих режимах роботи.

2. Мінеральні – основа виробляється з нафти методом каталітичного гідрування. Для підвищення ефективності до складу МОР додають присадки з жирів, хлору, сірки, сполук фосфору. Ці суміші застосовуються при різанні сталі, алюмінію, латуні; нарізанні різьб; фрезеруванні легованих сталей.

3. Водозмішувані – водні розчини на мінеральній основі. Ці склади МОР відрізняються відмінними змащувальними властивостями і низькою токсичністю. Сфера застосування – легкий та середній режим точіння міді і бронзи, фрезерування і свердління всіх видів кольорових металів, шліфування і штампування сталі.

4. Синтетичні і напівсинтетичні – суміш і води, поверхнево-активних речовин, водорозчинних полімерів, антипінних і антибактеріальних присадок, інгібіторів корозії. Для збільшення змащувальних властивостей у синтетичні сполуки також вводять протизносні присадки.

З огляду на розглянуте, МОР це складні рідинні системи, зазвичай на водній основі, що містять широкий перелік добавок і присадок, які підбираються залежно від конкретного виду обробки. Раціональне застосування МОР забезпечує надійну роботу інструменту і якість оброблювальної поверхні, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування і заміну інструменту, скоротити кількість браку та знижує вартість металообробки.

Перелік посилань:

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник/Под ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера.—М.: Машиностроение, 1986. 352 с

2. Масильно-охолоджуючі рідини (МОР) // Stark industry. – Режим доступу : <https://starki.com.ua/mastilno-oholodzhuyuchi-ridini-mor> (дата звернення 31.11.17)

3. Масильно-охолоджувальна рідина // Поради. – Режим доступу : <http://xn--80aimveh.pp.ua/nauka/9921-mastilno-oholodzhivalna-rdina-mor-klasifikacya-zastosuvannya.html> (дата звернення 31.11.17).

ПОСТАНОВКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

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

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Адекватність математичної моделі перевіряється експериментом. Чисельне рішення моделі (чисельний експеримент) має бути достовірним (значущим) у порівнянні з натуральним експериментом, постановка якого вимагає доцільно вибраних та штучно створених умов, що забезпечує спостереження, яке необхідне для встановлення закономірних зв'язків між явищами. Метою чисельного експерименту у моделюванні нестационарного теплообміну з граничними умовами 4-ого роду є визначення температурних полів в матеріалі, що охолоджується (рисунок 1), але натуральний експеримент не дозволяє їх виміряти, через що з'явилась потреба у такій постановці експерименту, де вимірюється температура на стінці одного з тіл, та температура охолоджуючої рідини, що дозволяє розрахувати питомий тепловий потік. Відповідно чисельна модель вдосконалена з метою визначення того самого питомого теплового потоку.

Тіло, що охолоджує матеріал (бронзова втулка) зовні охолоджується водою з відомими гідродинамічними параметрами (повздовжнє обтікання з швидкістю $W=3,54$ м/с відповідає турбулентному режиму) :

$$Re = \frac{Wd}{\nu} = \frac{3,54 \cdot 0,03}{1,005 \cdot 10^{-6}} = 105670$$

Критерій Нусельта:

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{стінки}} \right)^{0,25} \varepsilon_L = 0,021 \cdot 105670^{0,8} \cdot 7,01^{0,43} \cdot 1 \cdot \left[1 + \frac{2}{l/D} \right] = 608$$

Коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{D} = \frac{608 \cdot 0,599}{0,03} = 12140 \frac{Вт}{м^2 K}$$

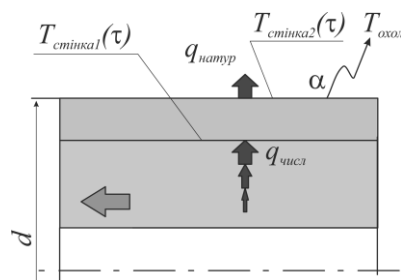
де $\lambda_{\text{калібр}} = 0,599 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ -теплопровідність гільзи калібру, виготовленого з

БрАЖ9–4 [1], $D = 0,03\text{м}$ – зовнішній діаметр калібруючої гільзи.

В натуральному експерименті вимірювалась температура стінки втулки зі сторони води, та визначався питомий тепловий потік до води.

У чисельному експерименті розраховувались температурні поля матеріалу, що нестационарно охолоджується, після чого питомий тепловий потік до поверхні.

Таким чином, бронзова втулка у стаціонарному режимі передає тепло до води (визначається у натуральному експерименті), матеріал, що нестационарно охолоджується передає тепло до втулки (визначається у чисельному експерименті), обидва потоки однакові.



$q_{\text{числ}}$, $q_{\text{натур}}$ - тепло, що передається до втулки та відводиться від втулки до води; d – зовнішній діаметр втулки; $T_{\text{стінка1}}(\tau)$ – температура внутрішньої стінки калібратора; $T_{\text{стінка2}}(\tau)$ – температура зовнішньої стінки калібратора;

$T_{\text{охол}}$ – температура води, що охолоджує калібратор;

Рисунок 1 – Нестационарний теплообмін з граничними умовами 4-ого роду

Висновок: постановка натурального та вдосконалення чисельного експериментів для визначення питомого теплового потоку дозволили перевірити адекватність математичної моделі та коректність алгоритму розрахунку теплових полів у матеріалі, що охолоджується.

Перелік посилань:

1. Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки : ГОСТ 18175 – 78.– Введ. 1991-01-04. – М. : Изд.–во стандартов, 1991, – II, 8 с.

ОРІЄНТУВАННЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ В ПРОЦЕСІ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ КРУГЛИХ СТОВПЧИКІВ

студент Пригорницький Т.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені І.Сікорського"

Ефективність дисперсного армування збільшується, коли при навантаженні композиційного матеріалу у роботу включається якнайбільше фібр. Тому на стадії формування профілю треба прагнути розташовувати фібри уздовж зусиль, які будуть виникати при експлуатації виробу.

Процес орієнтування фібр при віброекструзії здійснюється в умовах ламінарного плину при відсутності дифузії. При розгляді процесу використовується феноменологічний підхід, який приймає фібробетонну суміш, як однорідне ізотропне середовище, а про структуру суміші робляться лише загальні застереження. Враховується, що вібруючі фібробетонні суміші при віброекструзії являють собою псевдоньютонівські системи.

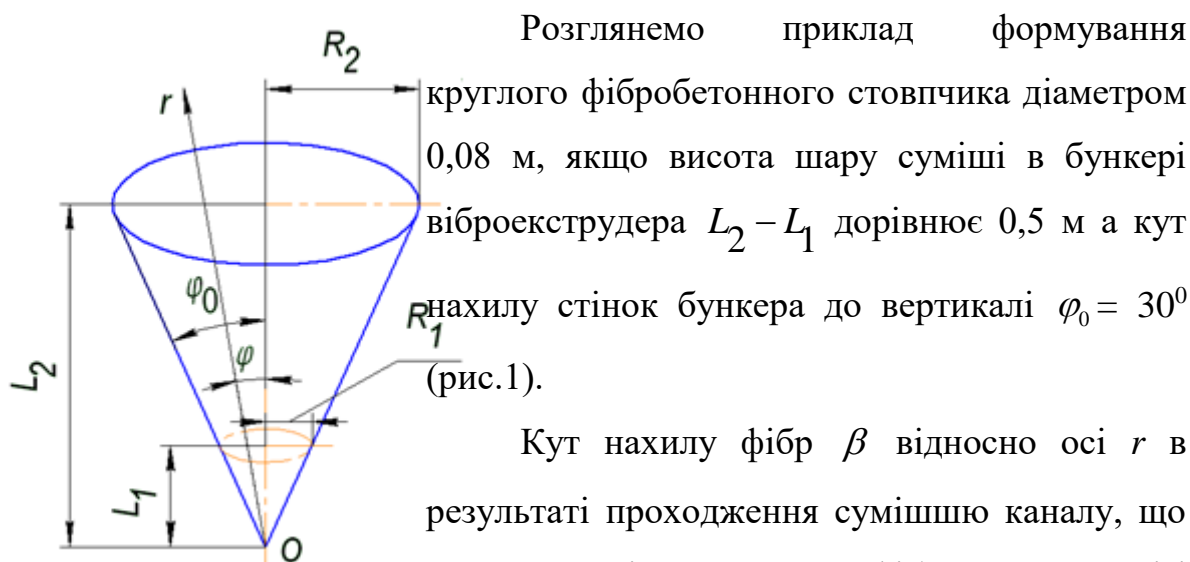


Рис.1 – Розрахункова
схема процесу в конічному
каналі бункера

Розглянемо приклад формування
круглого фібробетонного стовпчика діаметром
0,08 м, якщо висота шару суміші в бункері
віброекструдера $L_2 - L_1$ дорівнює 0,5 м а кут
нахилу стінок бункера до вертикалі $\varphi_0 = 30^\circ$
(рис.1).

Кут нахилу фібр β відносно осі r в
результаті проходження сумішшю каналу, що
звужується і кут нахилу фібр α в перерізі
круглого виробу відносно осі формування були
розраховані за отриманими авторами
аналітичними формулами.

віброекструдера

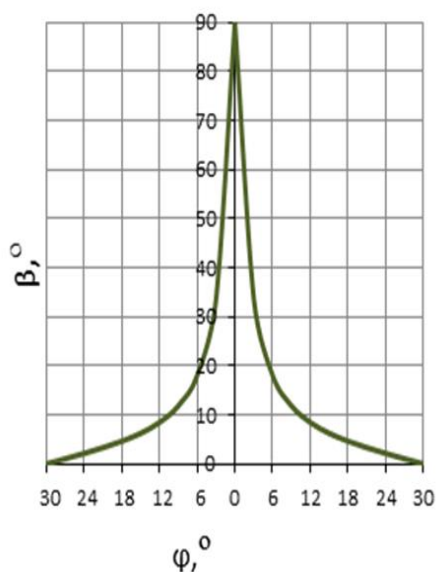


Рис.2 – Кут нахилу фібр β в перерізі круглого виробу відносно напрямку плинину суміші у віброекструдері

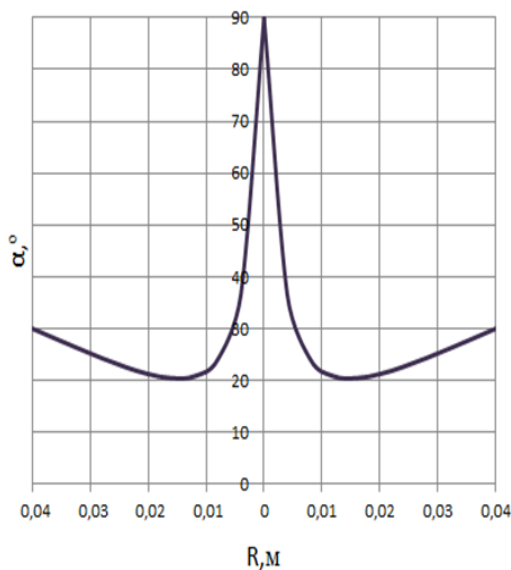


Рис.3 – Кут нахилу фібр α по товщині круглого виробу з радіусом R відносно напрямку формування

З рисунку 2 бачимо, що зі збільшенням кута φ кут нахилу фібр відносно напрямку плинину суміші у віброекструдері β зменшується. Найгірше орієнтування фібр буде спостерігатися у центральній частині виробу.

На краю виробу кут нахилу фібр α відносно напрямку формування дорівнює куту нахилу стінок бункера віброекструдера до вертикалі φ_0 . При наближенні до центральної частини виробу кут α спочатку зменшується (див. рис. 3), проте у центральній частині орієнтація фібр буде найгіршою.

В результаті був визначений кінцевий характер розташування дисперсної арматури у круглому виробі залежно від геометрії формуючого каналу.

Через те, що розташування дисперсної арматури у виробі впливає на властивості фібробетону, при конструювання віброекструзійного обладнання це необхідно враховувати, а для певної орієнтації фібр в екструдаті – вживати необхідні заходи.

ТРУБИ ЗІ СПІНЕНОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ

магістрант Сацердотов А.О., к.т.н., ст.викл. Двойнос Я.Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Спінений поліетилен – екологічно чистий та інертний матеріал, який має розвинену поверхню, що забезпечує адгезію з іншими будматеріалами, в тому числі цементом, вапном, бетоном. Середня щільність матеріалу лежить у проміжку 25..40 кг/м³ при цьому теплопровідність в діапазоні 0,037..0,038 Вт/(м·К). Завдяки своїм характеристикам, спінений поліетилен надзвичайно затребуваний в різних галузях промисловості, причому, з кожним роком його популярність лише зростає.

Використання даного матеріалу, дозволяє вирішити велику кількість проблем і питань, недоступних для інших будматеріалів аналогічної спрямованості: низькі показники теплової провідності, гідрофобність, еластичність, велика доля закритих пор, зручність в роботі, звукоізоляція, тривала експлуатація та доступність.

Матеріал широко застосовується для теплоізоляції, гідроізоляції та для шумоізоляції самих різних будівельних конструкцій і трубопроводів, для захисту від потіння з утворенням конденсату.

Теплоізоляція трубопроводів матеріалами з спіненого поліетилену вважається надійним способом захисту. Труби з спіненого поліетилену призначені для теплоізоляції трубопроводів, рисунок 1, [1], експлуатаційні температури яких знаходяться в межах від мінус 45 до +85 градусів за Цельсієм, діаметри труб від 12 мм до 114 мм, стінка від 6 мм до 17 мм. Виготовляють труби з спіненого поліетилену на технологічному обладнанні шляхом фізичного спінювання поліетилену в екструдері.

Технологічний процес спінювання має кілька стадій: плавлення поліетилену в екструдері, створення надлишкового тиску 20,0÷25 МПа, ввід в

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

розплав зрідженого газу (фреон R22, R600), розчинення газу у розплаві, охолодження розплаву до температури 112°C, формування геометрії виробу у формуючому інструменті, спінення виробу після виходу з формуючого інструменту при зниженні тиску до атмосферного.

Особливість технології [2] полягає у значному зменшенні температури плавлення поліетилену при розчиненні в ньому спінюючого агента, тому конструкція формуючої головки має забезпечити критично мінімальний тиск розплаву для запобігання його спіненню у порожнині головки. При зниженні тиску всередині головки розплав починає пінитись, віддаючи розчинений в ньому газ і твердіє на стінках головки через те, що при 112°C поліетилен без розчиненого в ньому газу твердий.



Рисунок 1 – Труби з спіненого поліетилену

Висновок: процес екструзії труб з спіненого поліетилену обмежений розміром труби у зв'язку з необхідністю забезпечення мінімально необхідного тиску в порожнині формуючого інструменту. Виготовлення труб більшої площі перерізу без збільшення продуктивності екструдера вимагає нестандартних рішень для збільшення гідравлічного опору формуючого інструменту.

Перелік посилань:

1. <https://plastics.ua/packing/ua/products/ppe.html> від 27.10.2017.

2. Двойнос Я.Г., Назарчук В.В., Хотинецький М.І. Процес формування виробів з спіненого полістиролу // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – №3.

ОСОБЛИВОСТІ МАСООБМІНУ ПРИ РЕГЕНЕРАЦІЇ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ РЕЖИМІ

студент Симан І. В., ст. викл., к.т.н. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В сучасних умовах при застосуванні баромембранних технологій підготовки питної та технологічної води виникають суттєві проблеми з регенерацією мембран. Утворений осад внаслідок концентраційної поляризації при робочих тисках більше 0,6 МПа має щільну структуру з мікрочастинками мінеральних речовин, на поверхні яких може утворюватися плівка з гумінових та інших органічних речовин. В цьому випадку швидкість масообміну при розчиненні осаду визначається молекулярною дифузією перенесення речовини від твердого тіла до рідкого середовища, а також доступною поверхнею масообміну.

На практиці застосовується очищення мембран при втраті їх продуктивності на 10–15%. Конструктивні особливості мембранного модуля зумовлюють рух промивного розчину тільки в ламінарному режимі. Тому очищення мембран проводиться із застосуванням високоактивних хімічних розчинників протягом тривалого часу, що має негативний вплив на пористу структуру мембрани і погіршує її роздільні та фізико-механічні властивості. Окрім того, виникає проблема з утилізацією утворених промивних розчинів. [1]

У роботі [1] було запропоновано проводити регенерацію мембранних модулів за допомогою температурної кавітації та пульсації. Дослідження проводилися в діапазоні зміни приведенного критерію Рейнольдса в межах [0,4–60], та критерію Шмідта в межах [867–2824]. Було отримане критеріальне рівняння, яке адекватно описує масообмін у стиснених умовах при видаленні осаду, утвореного внаслідок концентраційної поляризації із застосуванням температурної кавітації ($p_n = \text{const}$) у рулонованих мембранних модулях у діапазоні зміни приведенного числа Рейнольдса [0,4–60].

$$Sh = 0.394Re^{0.84}Sc^{0.33}\frac{d_e}{L}, \quad (1)$$

Де d_e - еквівалентний діаметр напірного каналу мембранного модуля, м; L – довжина каналу, м.

Для інтенсифікації процесу регенерації було запропоновано проводити процес з пульсаціями. Експериментальні дослідження за методом планування експерименту показали, що для режиму періодичного підвищення тиску спостерігаються більші значення коефіцієнта регенерації, зокрема при нульовому рівні значущих параметрів для випадку періодичного підвищення тиску величина коефіцієнта регенерації збільшилася в 1,6 разів, порівняно з режимом промивання при сталому розрідженні.[1]

Вищі значення коефіцієнтів регенерації при пульсаційному режимі свідчить про те, що інтенсивність масообміну в цьому режимі вища. Однак критеріальне рівняння (1) було отримане для випадку усталеної течії, а отже не може бути використане для опису масообміну в режимі пульсації. Тому воно потребує модифікації і для такого випадку буде мати вигляд:

$$Sh = \varepsilon_p Re^n Sc^m \frac{d_e}{L}, \quad (2)$$

де ε_p - коефіцієнт, який враховує вплив пульсації.

Значення коефіцієнту ε_p та показників показники степенів n та m необхідно визначити експериментально. Враховуючи, що умови геометричної та фізичної подібності залишаються незмінними, доцільно використати ті ж самі показники степенів, що і в рівнянні (1).

Планується проведення експериментів для визначення значення коефіцієнта ε_p від параметрів пульсацій, зокрема від частоти та тривалості пульсацій.

Перелік посилань:

1. Korniyenko Y., Guliienko S., Lialka M. Mathematical simulation of fouled modules regeneration // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Volume 4 – P. 481–493.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КАВІТАЦІЙНОГО ДИСПЕРГУВАННЯ НА
ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ЧАСТИНОК ВУГІЛЛЯ
ВОДНО-ВУГІЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ**

Щепкін В.І.¹, Целень Б.Я.^{1,2}, Коник А.В.¹, Радченко Н.Л.¹

¹Інститут технічної теплофізики НАН України

²Національний технічний університет України «КПІ»

Для максимально ефективного використання природних енергетичних ресурсів та потенціалу енергетичного сектору доцільно використовувати кам'яне вугілля для отримання водно-вугільного палива, що є суспензією з вугілля заданого гранулометричного складу (60÷70%), води (39÷29%) і, зазвичай, стабілізуючої добавки – пластифікатора (близько 1%). При цьому для подрібнення вугілля широко використовують механічне диспергування.

Метою даної роботи є оцінка доцільності використання гідродинамічної кавітації для одержання водно-вугільної суспензії. Дослідження проводились на кавітаційному апараті при багатократному проходженні суспензії через вимірювальну трубу, оснащеного приладами для вимірювання швидкості потоку, розподілення зародків кавітації, електроспоживання, температури і тиску. Для приготування суспензії використовували зразки кам'яного вугілля марки АШ, що характеризується підвищеним вмістом домішок мікроелементів, що призводить до підвищення його щільності і збільшення часу диспергування. Як дисперсійне середовище використовували воду з господарчо-питного водопроводу.

Дослідження складались з двох етапів. На першому етапі досліджень вивчені гідродинамічні характеристики трьох моделей кавітаторів діаметром 56 мм і кроковими відношеннями 0,5; 0,8; 1,0 результати яких показали, що найбільший кавітаційний ефект і продуктивність створює кавітатор з діаметром 56 мм і кроковим відношенням 0,8.

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

Гідродинамічні характеристики кавітатора забезпечують кавітаційну течію потоку води у вимірювальній трубі в діапазоні швидкостей $6,8 \div 8,5$ м/с (число кавітації 0,25).

На другому етапі досліджень визначали закономірність кінетики кавітаційного диспергування кам'яного вугілля залежно від тривалості процесу.

Водно-вугільну суспензію отримували наступним чином. Вугілля подавали на мокрий помел в кульовий млин (співвідношення вугілля : вода = 1:1, час помелу – 30 хв, частота обертів млина – 46 об/хв) після чого подавали на диспергування в кавітаційний апарат. Кількість вугілля і води визначали розрахунковим шляхом по масі сухого вугілля таким чином, щоб масова частка вугілля в водно-вугільній суспензії становила 30%. Час кавітаційного диспергування ВВС становив 3, 5 і 10 хвилин.

Під час проведення експерименту визначали гранулометричний склад водно-вугільної суспензії згідно ГОСТ 2093-82.

Результати визначення ефективності методу кавітаційного диспергування наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Фракційний склад частинок вугілля в ВВС після помелу на кульовому млині і кавітаційного диспергування.

Розмір частинок вугілля, мм	Вміст частинок після помелу на кульовому млині, %	Вміст частинок після кавітаційного диспергування, %
4÷5	21	–
3÷4	14	11
2÷3	12	8
1÷2	11	17
0,5÷1	15	12
0,1÷0,5	17	23
менше 0,1	10	29

Використання в одному пристрої кількох процесів дозволить створювати обладнання низької собівартості широкої сфери застосування і досить прості технологічної лінії виготовлення водно-вугільної суспензії.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

пров. наук. співр., к.т.н. Шматок О.І.

Інститут технічної теплофізики (ІТТФ)

Національної академії наук України

Прийняття міжнародних норм використання дизельного пального з низьким вмістом сірки призводить до погіршення його змащуючих властивостей, погіршення роботи двигунів і зменшення їх довговічності. Покращення характеристик дизельного палива з низьким вмістом сірки можливе за рахунок введення спеціальних добавок або використання дизельного біопалива, яке покращує змащуючі, а також ряд інших властивостей палив, в сумішах з традиційним [1]. Однак через відсутність сучасних енергозберігаючих технологій дизельне біопаливо (біодизель) має високу собівартість і не знаходить широкого застосування. Розробка високоефективних технологій одержання біодизелю є актуальним науковим і практичним завданням.

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

В ІТТФ НАНУ запропоновано для організації процесу одержання дизельного біопалива використовувати метод дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ), що реалізується в роторно-пульсаційних апаратах (РПА). Інтенсифікація фізико-хімічних процесів у РПА відбувається за рахунок багатofакторного впливу на оброблюване рідке середовище, що полягає в

пульсаціях тиску й швидкості потоку рідини, розвиненій турбулентності потоку, кавітації, жорсткому кумулятивному впливі.

Використання РПА забезпечує ефективне перемішування і гомогенізацію вихідних компонентів реакційної суміші, що обумовлює збільшення поверхні масоперенесення та її надзвичайно швидке оновлення. Таким чином, гідродинамічна обробка реакційної суміші в РПА приводить до зміни параметрів масопередачі в бік її інтенсифікації. Крім того, при проведенні переестерифікації, окрім збільшення масообмінної поверхні в емульсії «спирт в олії», важливою також є активація молекул реакційної суміші, оскільки у хімічну взаємодію вступають лише молекули, енергія яких є достатньою для ефективного зіткнення, яке призводить до хімічної взаємодії. Теоретичні передумови інтенсифікації хімічної взаємодії компонентів реакційної суміші за допомогою метода ДІВЕ, який реалізується в РПА, полягають в переведенні неактивних молекул суміші в активний стан шляхом надання їм додаткової енергії активації завдяки наведеним вище факторам впливу.

Експериментальні дослідження показали, що при використанні методу ДІВЕ процес переестерифікації проходить значно інтенсивніше, ніж при застосуванні об'ємного реактора. При температурі реакційної суміші олія-метанол в межах 50..60 °С вдається досягти виходу біодизелю на рівні 99..100 % від теоретичного при однократному проходженні реакційної суміші через РПА, що дозволило створити експериментальну установку неперервної дії, в якій реалізувати рекуперацію теплоти отримуваних продуктів з її використанням для нагріву вихідних компонентів процесу. Такий підхід дозволяє підвищити енергоефективність запропонованої технології за рахунок скорочення на 40..60 % загальних витрат енергії на нагрівання вихідних компонентів у порівнянні з традиційними.

Перелік посилань:

1. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / [Я.Б. Блюм [та ін.]. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 408 с.

КЛАСИФІКАЦІЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

студент Панченко Д.М.; к.т.н., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Мастильно-охолоджувальні рідини (МОР) - складні багатокомпонентні системи, призначені для змащення та охолодження металообробних інструментів і деталей, що сприяє зменшенню зносу інструментів і підвищенню точності виготовлення деталей, дозволяє застосовувати більш ефективні режими обробки збільшивши швидкість різання, фрезерування, шліфування, тощо [1].

Раціональне застосування МОР дозволяє підвищити стійкість різального інструмента від 1,5 до 4 разів. У той же час мастильно-охолоджувальні рідини, які ефективні для однієї групи оброблюваних матеріалів і видів обробки, можуть бути малоефективними для інших і, навіть, мати шкідливий вплив. Кожній комбінації: матеріал – вид обробки – інструмент – режим обробки повинна відповідати певна, найбільш ефективна для даних умов МОР [2], тому питання правильного вибору МОР є актуальним.

МОР класифікуються за такими основними ознаками [3]:

1. За походженням компонентів: масляні МОР, основу яких складають нафтові мастила, тваринні або рослинні жири.

2. За способом компонування: 1) емульсол – готовий продукт з тривалим терміном зберігання; 2) технічні МОР, що готуються безпосередньо перед застосуванням з концентрату згідно з затверджених стандартів або технічних умов.

3. За фізико-механічними показниками: в'язкістю, кислотним числом, температурою спалаху.

4. По галузі застосування: обробка металів різанням, обробка металів тиском, при обробці пластмаси і металокераміки.

Розрізняють МОР наступних видів [3]:

1. Масляні – склади з компонентів, які не змішуються з водою. Базою масляних МОР є парафінові, мінеральні або нафтові масла з концентрацією 60...95%. Для посилення ефективності проти зносу, тертя, корозії до складу

МОР додають присадки і інгібітори. Масляні МОР мають відмінні змащувальні властивості. Використовуються для м'яких металів при простих режимах роботи.

2. Мінеральні – основа виробляється з нафти методом каталітичного гідрування. Для підвищення ефективності до складу МОР додають присадки з жирів, хлору, сірки, сполук фосфору. Ці суміші застосовуються при різанні сталі, алюмінію, латуні; нарізанні різьб; фрезеруванні легованих сталей.

3. Водозмішувані – водні розчини на мінеральній основі. Ці склади МОР відрізняються відмінними змащувальними властивостями і низькою токсичністю. Сфера застосування – легкий та середній режим точіння міді і бронзи, фрезерування і свердління всіх видів кольорових металів, шліфування і штампування сталі.

4. Синтетичні і напівсинтетичні – суміш і води, поверхнево-активних речовин, водорозчинних полімерів, антипінних і антибактеріальних присадок, інгібіторів корозії. Для збільшення змащувальних властивостей у синтетичні сполуки також вводять протизносні присадки.

З огляду на розглянуте, МОР це складні рідинні системи, зазвичай на водній основі, що містять широкий перелік добавок і присадок, які підбираються залежно від конкретного виду обробки. Раціональне застосування МОР забезпечує надійну роботу інструменту і якість оброблювальної поверхні, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування і заміну інструменту, скоротити кількість браку та знижує вартість металообробки.

Перелік посилань:

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник/Под ред. С.Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера.—М.: Машиностроение, 1986. 352 с

2. Масильно-охолоджуючі рідини (МОР) // Stark industry. – Режим доступу : <https://starki.com.ua/mastilno-oholodzhuyuchi-ridini-mor> (дата звернення 31.11.17)

3. Масильно-охолоджувальна рідина // Поради. – Режим доступу : <http://xn--80aimveh.pp.ua/nauka/9921-mastilno-oholodzhivalna-rdina-mor-klasifkacya-zastosuvannya.html> (дата звернення 31.11.17).

СЕКЦІЯ 2

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

**ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ ПІНОГАСИТЕЛІВ
У ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

магістрант Косенко В.В., к.т.н., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

При виробництві целюлози та картонно-паперової продукції, на окремих стадіях, побічним результатом проведення процесів є піновиділення, що негативно впливає на ефективність процесів знижуючи продуктивність обладнання та збільшуючи енерговитрати. Використання рідких піногасителів дозволяє позбавитись піноутворення або зруйнувати піну з мінімальними витратами в технологічних лініях як малої, так і великої продуктивності. Це висуває вимоги, яким повинні відповідати піногасні рідини: швидко і легко диспергуватися в водній системі, бути стабільними в широкому діапазоні рН (від 4 до 12), забезпечувати швидке та стабільне придушення піноутворення, мати тривалий термін зберігання якісних властивостей, бути безпечними для навколишнього середовища [7]. Пошук рецептур таких рідин та забезпечення їх виробництва у достатній кількості з мінімальними витратами є актуальним.

При варінні сульфатної целюлози піна чорного лугу вирізняється надзвичайною стійкістю: тривалість її саморуйнування становить близько доби, і навіть піна, оброблена парою, може стояти без руйнування 6...8 годин. Одним з ефективних засобів боротьби з піною є введення в луг поверхнево-активних речовин (ПАР), що мають більшу поверхневу активність, ніж мила, але утворюють менш міцні плівки. До числа таких ПАР відносяться силіконові з'єднання і високо атомні спирти [2].

Важливою ланкою виробництва целюлози є її промивання, оскільки після варіння в ній міститься від 4 до 6,5 м³ відпрацьованого лугу на 1 т повітряно-сухої целюлози. Головним технічним прийомом видалення лугу є промивання целюлози водою. Процес супроводжується піноутворенням що ускладнює промивання. Використання піногасителів зменшує навантаження на обладнання та збільшує його продуктивність.

Використання піногасителя при розпуску у гідророзбивачі макулатурної маси запобігає піноутворенню та допомагає у відділенні друкарської фарби від макулатури [4].

При формуванні паперового полотна у формерах відбувається піноутворення, яке негативно впливає на якість паперового полотна, тому на сучасних формуючих ящиках піногасник вводиться напряму в паперову масу [5].

Флотація дозволяє зменшити забрудненість стічних вод і є одним з найефективніших методів їх очищення целюлозно-паперовому виробництв [1, 3]. Ступінь очищення стічних вод на флотаторах складає 95...98 %, що забезпечується додаванням до води ПАР та утворенням стійкої піни, після чого вона відводиться і знищується додаванням рідких піногасників.

При очищенні виробничих стічних вод в аеротенках утворюється піна, що негативно впливає на роботу аераційних споруд, знижуючи їх продуктивність і погіршуючи якість очищеної води. Один з основних методів запобігання піноутворенню є застосування різноманітних ПАР, таких як звичайне мило олеата, стеарат натрію і синтетичні миючі засоби, а також спирти, карбонові кислоти, аміни [6].

Аналіз літературних даних свідчить про перспективність досліджень, спрямованих на пошук рецептур ефективних піногасників, розробку технологій та обладнання для їх одержання.

Бібліографія:

1. Мацнев А.И. Очистка сточных вод флотацией / А.И. Мацнев К.:Будівельник, 1976. – 128 с.
2. Непенин Н.Н. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы./ Н.Н. Непенин, Ю.Н. Непенин –М.: Экология, 1994. – 592 с.
3. Фляте Д.М. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 432 с.
4. Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т.2. Бумагоделательные машины – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 264с.
5. Эйдлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины. – М.: Лесная промышленность, 1970 – 624 с.
6. Канализация: биологическая очистка производственных сточных вод <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-109-kanalizacia/125.htm> від 01.11.2017
7. Пенoгасители <http://tradeas.com.ua/page-penogas.html> від 01.11.2017

ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬЧОЇ РЕШІТКИ АПАРАТУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ

студент Маргарян А.А., к.т.н., проф. Марчевський В.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Одним із основних критеріїв процесу конвективного сушіння є розподілення теплоносія в об'ємі псевдозрідженого шару. Цей критерій напряму залежить від гідравлічного опору газорозподільчої решітки, конструктивні особливості якого наведено в [1].

В результаті експерименту було встановлено залежність гідравлічного опору від швидкості повітря в апараті (рис. 1).

Для правильного розрахунку та проектування апарату псевдозрідженого шару з такими параметрами, необхідно визначити коефіцієнт гідравлічного опору газорозподільчого пристрою. На рисунках 2 та 3 наведено залежності гідравлічного опору решітки від швидкісного напору в апараті та в отворах відповідно. Залежність визначена за методикою, наведеною в [2].

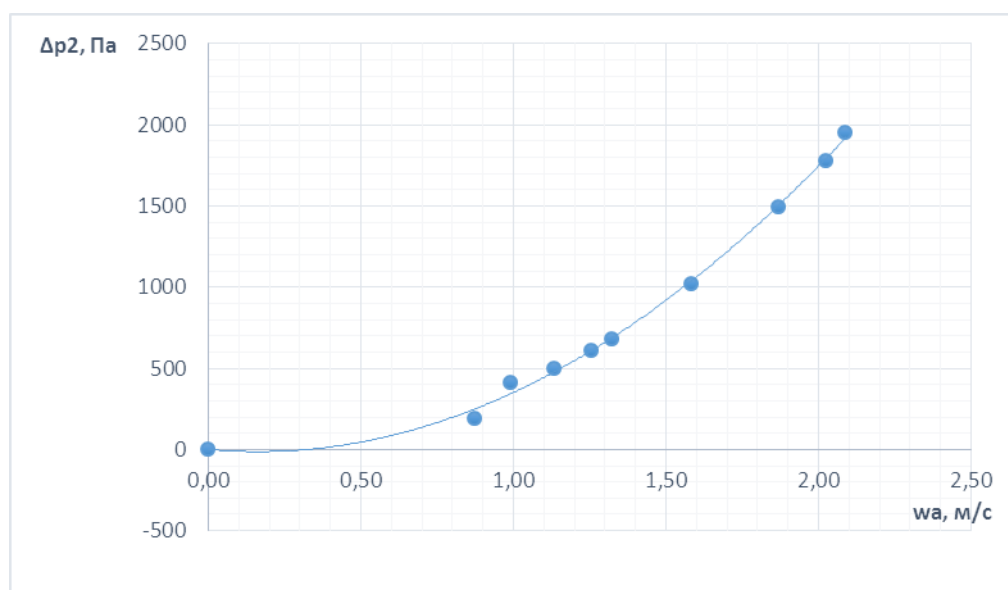


Рисунок 1 – Експериментальна залежність гідравлічного опору решітки від об'ємних витрат повітря

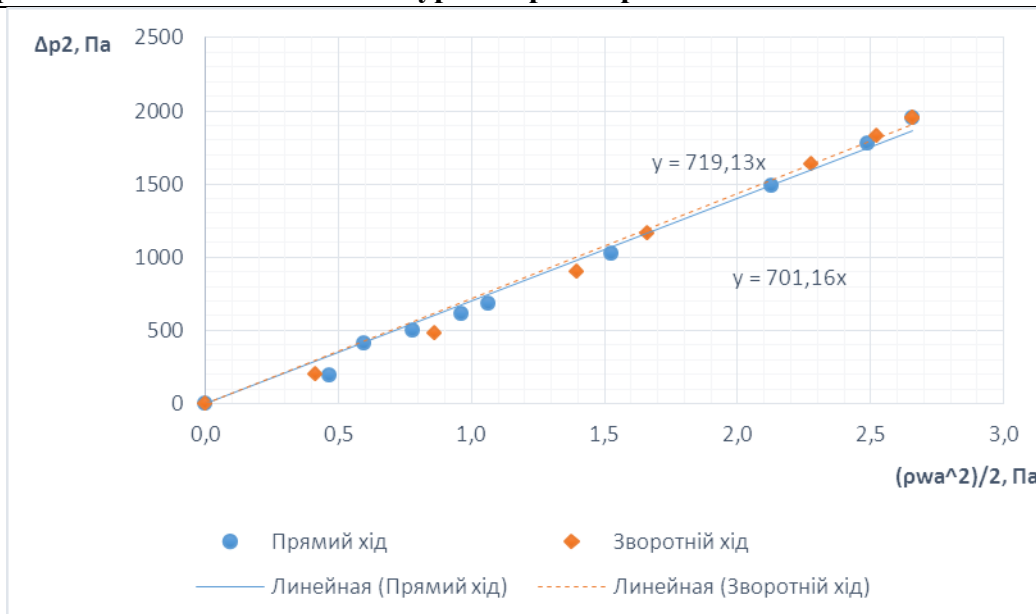


Рисунок 2 – Експериментальна залежність гідравлічного опору решітки від гідродинамічного тиску за швидкістю в апараті

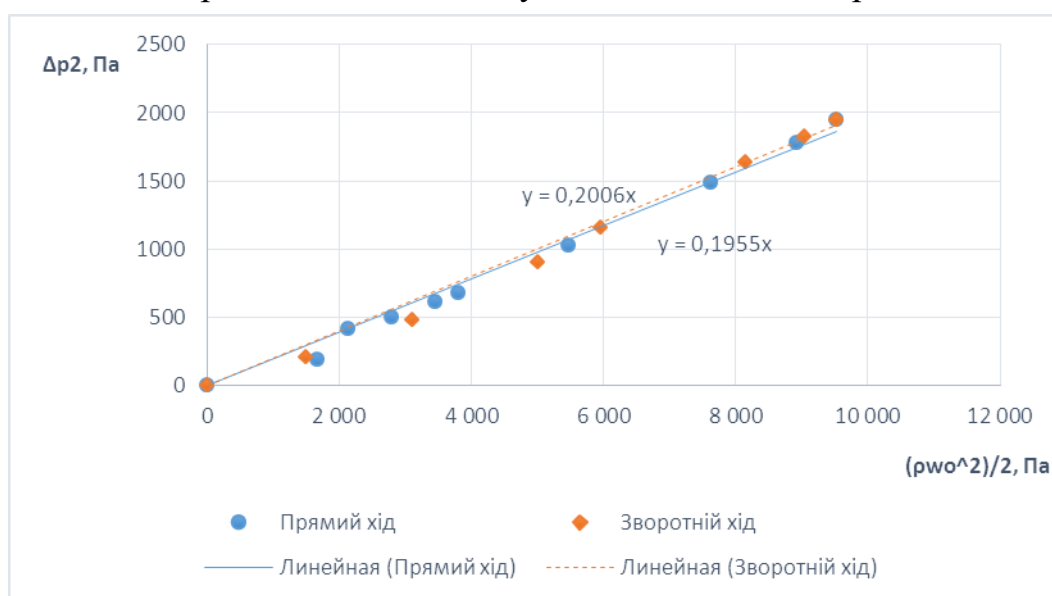


Рисунок 3 – Експериментальна залежність гідравлічного опору решітки від гідродинамічного тиску за швидкістю в живому перерізі

Список використаних джерел:

1. Збірник тез доповідей XX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництві підприємств будівельних матеріалів" (26-27 квітня 2017 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 141 с. [с. 78].
2. Павлов К.Ф./ Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/ Романков П.Г., Носков А.А./ Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г Романкова, - 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с., ил.

**ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТУ
В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МАКУЛАТУРНОЇ МАСИ
ДЛЯ ГОФРОКАРТОНУ**

магістрант Онищенко Д.М., к.т.н., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

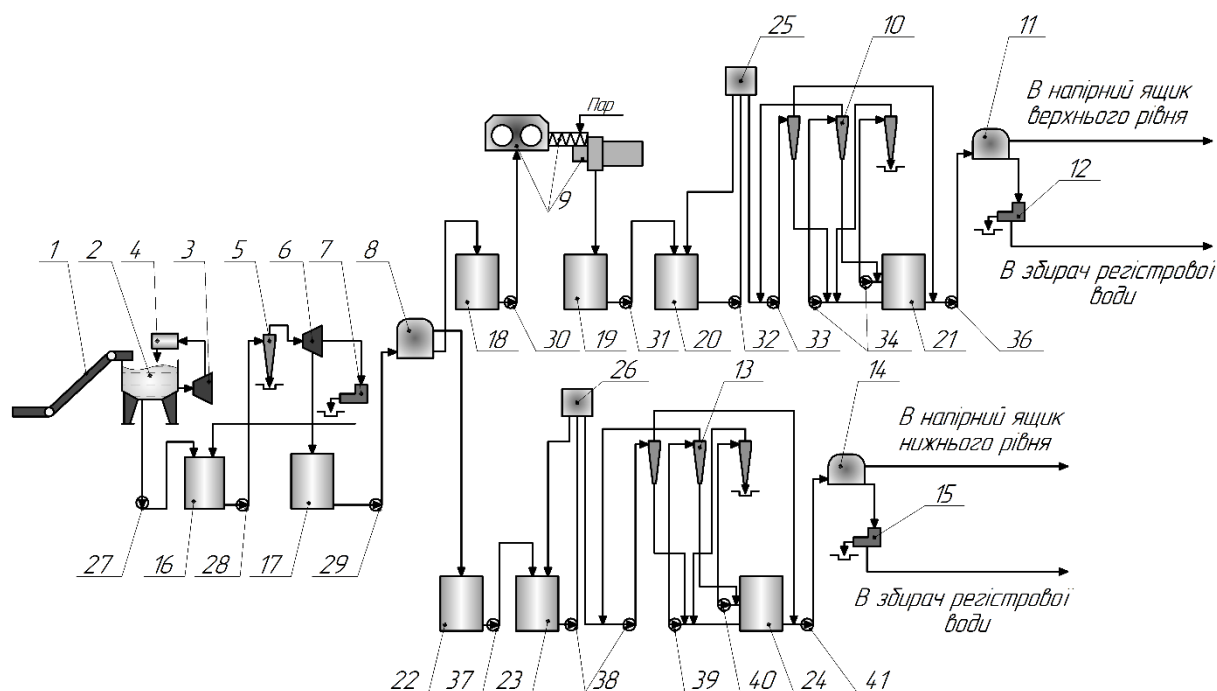
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Макулатура у процесі підготовки маси піддається розпуску, дорозпуску, грубому та тонкому сортуванню, фракціонуванню, очищенню від важких і легких включень, та термодисперсійній обробці. Використання ефективного обладнання при підготовці макулатурної маси дозволяє отримувати якісну картонно-паперову продукцію і зменшити собівартість її виробництва. Одним з типів такого обладнання є роторно-пульсаційні апарати (РПА) [1]. РПА відрізняються простотою і надійністю конструкції, дозволяючи ефективно обробляти гетерогенні рідини завдяки багатократному сукупному впливу явищ гідродинамічної природи.

На рисунку 1 зображена схема підготовки макулатурної маси для верхнього та нижнього шару гофрокартону [2] з застосуванням РПА. Довговолокнувата фракція використовується для верхнього шару картону, а коротковолокнувата – для нижнього шару. Стоси макулатури конвеєром 1 транспортуються до ванни гідророзбивача 2. Частина маси, що важко розпускається додатково проходить обробку у РПА 3, звідки відходи перекачуються до сортувального барабану 4. Розпущена у гідророзбивачі маса насосом 27 перекачується в басейн 16. З нього маса насосом 28 подається на грубе очищення до вихрового очисника 5 та на додаткове розпушення у РПА 6.

Відсортована маса збирається у басейні 17. Відходи сортування та легкі сторонні включення подаються на вібраційну сортувалку 7, з якої відмите волокно повертається в басейн 16. Відсортована макулатурна маса з басейну 17 насосом 29 подається у фракціонатор 8.

Довговолокнувата фракція збирається в басейні 18 звідки насосом 30 подається на установку термодисперсійної обробки 9, де проходить повне диспергування неволокнистих плавких включень.



1 – лінія завантаження; 2 – гідророзбивач; 3, 6 – РПА; 4 – сортувальний барабан; 5 – вихровий очисник; 7, 12, 15 – вібраційна сортувалка; 8 – фракціонатор; 9 – установка термодисперсійна; 10, 13 – установка вихрових очисників; 11, 14 – сортувалки паперової маси; 16, 17, 18, 19, 22 – масні басейни; 20, 23 – машинні басейни; 21, 24 – басейни реєстрової води; 25, 26 – баки постійного напору; 27-35, 36-41 – насоси.

Рисунок 1 – Технологічна лінія виробництва макулатурної маси для виробництва картону

Диспергована маса з машинного басейну 20 через бак постійного напору 25 подається на установку вихрових очисників 10. Відходи з останньої ступені установки виводяться з потоку. Очищена маса після установки 10 направляється на тонку сортувалку паперової маси 11, а з неї в напірний ящик верхнього шару картоноробної машини. Відходи сортування та легкі сторонні домішки з сортувалки 11 подаються на вібраційну сортувалку 12, відміте

волокно з якої відправляється у збирач реєстрової води, а сторонні включення виводяться з потоку.

Коротковолокниста фракція з машинного басейну 23 потрапляє через бак постійного напору 26 на установку вихрових очисників 13 для очищення від дрібних включень. Відходи з останньої ступені установки виводяться з потоку. Очищена маса після установки 13 направляєється на тонку сортувалку паперової маси 14, а з неї в напірний ящик нижнього шару картоноробної машини. Відходи сортування та легкі сторонні домішки з сортувалки 14 подаються на вібраційну сортувалку 15, відміте волокно з якої відправляється у збирач реєстрової води, а сторонні включення виводяться з потоку.

Типова схема може бути доповнена або спрощена, в залежності від виду продукції, що виробляється та якості вихідної сировини, наприклад, при виробництві одношарового картону частина обладнання позначена позиціями 13-15,22-24,26,38-41 може бути виключена з лінії.

Використання РПА у лінії підготовки макулатурної маси дозволяє інтенсифікувати процес розпуску волокон, підвищити ефективність обробки маси та зменшити енерговитрати.

Література:

1. Балабудкин М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности/ М.А. Балабудкин. – Москва: Медицина, 1983. – 210 с.
2. <http://www.aemtech.ru/> - інтернет ресурс.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНЕНТІВ НА ВЛАСТИВОСТІ КАРТОНУ З НАПОВНЮВАЧЕМ ЦЕОЛІТОМ

магістрант Телестакова В.В., к.т.н., проф. Марчевський В.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В літературі описані багаточисленні способи застосування картонних пакувань з цеолітом. Але практично відсутні склад і методи отримання цих матеріалів. Тому для отримання зразків картону, необхідних для дослідження кінетики їх сушіння, нами проведено дослідження впливу компонентів картону на його якісні показники методом планування експерименту.

Для дослідження вибрано трьохфакторний експеримент. В якості факторів розглядались концентрації цеоліту, клею та поверхнево активних речовин.

План проведення експерименту представлений матрицею (таблиця 1, 2) [1].

Таблиця 1 – I серія дослідів

№	x_0	x_1	x_2	x_3
1	1	1	1	1
2	1	1	1	-1
3	1	1	-1	1
4	1	1	-1	-1
5	1	-1	1	1
6	1	-1	1	-1
7	1	-1	-1	1
8	1	-1	-1	-1

Таблиця 2 – II серія дослідів

№	x_0	x_1	x_2	x_3
9	1	0	0	0
10	1	1	0	0
11	1	-1	0	0
12	1	0	1	0
13	1	0	-1	0
14	1	0	0	1
15	1	0	0	-1

Для початку проводилась перша серія дослідів, що дозволила знайти коефіцієнти лінійної апроксимації:

$$y_p = f(x_1, x_2, x_3) = 2,315 + 0,649x_1 + 0,428x_2 + 0,579x_3 \quad (1)$$

де y_p – сорбційна ємність дослідного зразка; x_1 – вміст цеоліту; x_2 – вміст клею; x_3 – вміст поверхнево активних речовин.

Лінійна апроксимація (1) нечітко описує дійсну залежність $y = f(x_1, x_2, x_3)$, тому до поставлених дослідів додано додаткову серію дослідів, яка дала можливість отримати більш точне рівняння регресії:

$$y_p = f(x_1, x_2, x_3) = 2,323 + 0,36x_1 + 0,252x_2 + 0,310x_3 + 0,0332x_1x_2 + (-0,101)x_1x_3 + (-0,0122)x_2x_3 \quad (2)$$

Згідно з отриманими даними експерименту найбільший вплив на сорбційну ємність картону мають: вміст цеоліту та поверхнево активних речовин.

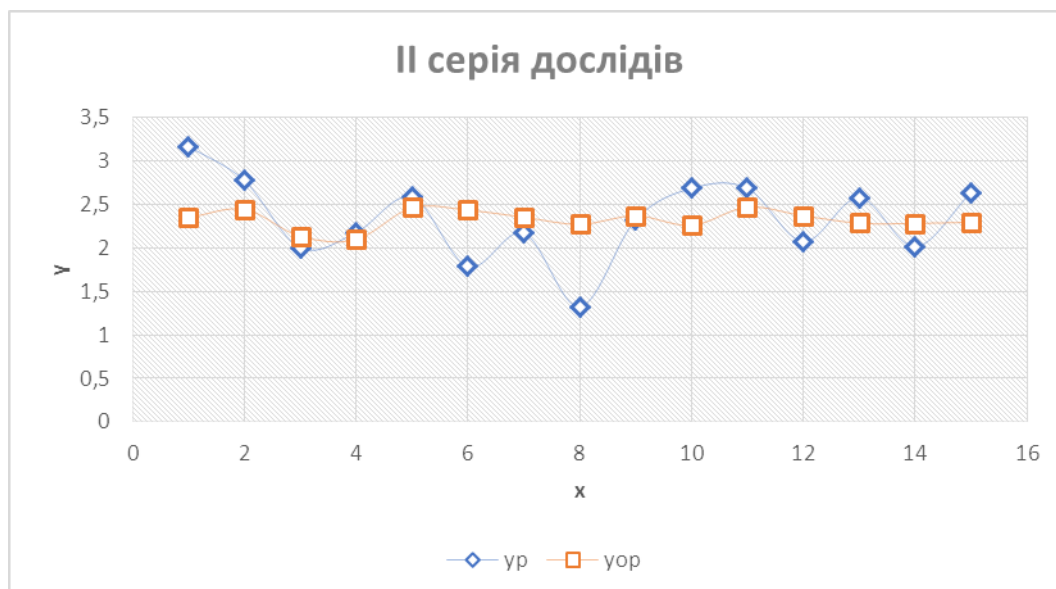


Рисунок 3 – Графічне відображення результатів експериментальних даних та розрахункових

Отриманий графік (3) дає можливість порівняти розрахункове та отримане дослідне значення, але не дозволяє оцінювати результати трьохвимірного експерименту, так як даному рівнянню регресії відповідає гіперповерхність в чотирьохвимірному просторі [1].

Перелік посилань:

1. Э.Э.Рафалес-Ламака, Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов, Э.Э.Рафалес-Ламака, В.Г. Николаев., «Наукова думка» Киев - 1971 – 120с.

СЕКЦІЯ 5

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИННИХ СОРБЕНТІВ

магістрант Білявський С.О.¹, к.х.н., ст. викл. Галиш В.В.^{1,2}

¹ – **Національний технічний університет України**

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

² – **Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України**

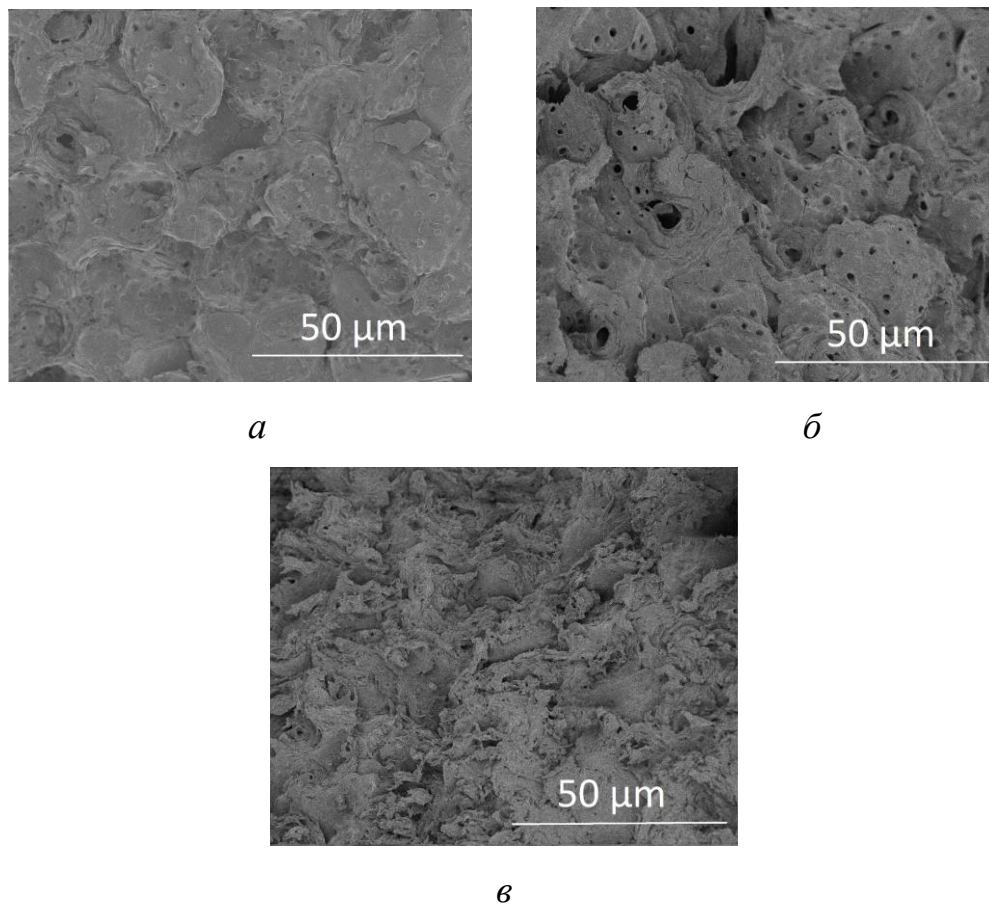
Забруднення водоймищ неорганічними та органічними речовинами є актуальною проблемою сьогодення і щорічно на території України спостерігається погіршення екологічного стану водних об'єктів навколишнього середовища. Сорбційний метод очистки, який ґрунтується на вилученні з водних розчинів токсикантів різного походження за допомогою поглиначів різної природи, є одним з найбільш ефективних та доступних методів. Як дешеві сорбенти можна використовувати рослинні відходи агропромислового комплексу.

З метою одержання ефективних сорбентів нами досліджена можливість модифікування рослинних відходів агропромислового комплексу органосольвентним і окисно-органосольвентним способами. Під час модифікування рослинних матеріалів органосольвентним способом у присутності органічної кислоти за підвищеної температури відбувається гідроліз низько- та високомолекулярних полісахаридних складових сировини. Відбувається видалення мінеральних компонентів, що має позитивний вплив на об'єм пор сорбенту – поглинальна здатність щодо основних та кислотних барвників збільшується більше ніж удвічі, у порівнянні з вихідною сировиною.

Під час окисно-органосольвентного модифікування відбувається видалення більшої частки речовин ароматичного характеру, вміст полісахаридів в сорбентах збільшується.

Мікрофотографії вихідної та модифікованої сировини наведені на рисунку 1. Результати СЕМ показують, що поверхня вихідного матеріалу є досить грубою і містить різні структурні елементи. Проте після модифікування

поверхня рослинних відходів значно змінилася. В результаті органосольвентної обробки поверхня стала більш поруватою, а в результаті окисно-органосольвентної – більш неоднорідною, фібрильованою.



a – вихідна сировина, *б* – сировина модифікована органосольвентним способом, *в* – сировина модифікована окисно-органосольвентним способом

Рисунок 1 – СЕМ-мікрофотографії

Дослідження кінетичних характеристик сорбції показало, що повна сорбційна рівновага на досліджених зразках при поглинанні неорганічних та органічних токсикантів досягається протягом 180 хв.

Одержано нові сорбенти з рослинних відходів та показана їх ефективність у поглинанні екотоксикантів органічного та неорганічного походження з модельних водних розчинів.

УДК 676.6.614

ВОЛОКНИСТІ НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

студенти Васильєва О.А., Коваленко А.В., Машкара А.О.,

Кошленко О.В., к.т.н., доц. Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сучасне виробництво паперу і картону потребує інноваційних підходів до проблеми сировинного забезпечення целюлозно-паперової промисловості. Останніми роками велику зацікавленість викликає використання недеревної рослинної сировини для виробництва волокнистих напівфабрикатів (ВНФ). Така сировина є джерелом целюлози та ряду цінних продуктів природного походження, щорічно відновлюється і має невисоку вартість. Нині недеревна рослинна сировина, зокрема, відходи сільськогосподарського виробництва, не знаходять практичного застосування. Більша частина з них залишається на полях та спалюється, спричинюючи екологічні проблеми для навколишнього середовища. В Україні велика кількість полів зайнята під посіви соняшнику, а саме 6,2 млн. га що займає 42 % площі від всіх технічних культур [1]. Після збирання урожаю стебла в подальшому викидаються, хоча за хімічним складом вони є близькими до листяних порід деревини [2], тому можуть бути використані для виробництва волокнистих напівфабрикатів.

Сучасні органосольвентні способи делігніфікації дають можливість утилізувати геміцелюлози і виділяти реакційноздатний лігнін, який легко переробляється в цінні хімічні продукти. Серед таких способів делігніфікації перспективними є варіння в середовищі пероксокислот. Тому метою даної роботи було отримання волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику пероцтовим способом делігніфікації.

Варіння проводили варильним розчином льодяної CH_3COOH та 35%-го H_2O_2 за їх співвідношення 70:30 об'ємних %. Гідромодуль процесу делігніфікації становив 10 : 1, температура від 70 до 90 °С, тривалість варіння змінювалась від 30 до 120 хв. В результаті проведених досліджень було

одержано ВНФ з виходом від 47 до 92,8 % та вмістом в ньому залишкового лігніну від 2,02 до 4,03 % від маси абс. сух. сировини. Показники механічної міцності одержаних ВНФ наведено в таблиці.

Таблиця – Показники міцності волокнистих напівфабрикатів одержаних варінням стебел соняшнику пероцтовою кислотою

Тривалість, хв	Опір роздиранню, мН			Розривна довжина, м		
	70 °С	80 °С	90 °С	70 °С	80 °С	90 °С
30	–	157	292	–	1350	2700
60	135	216	315	3240	4150	5900
90	218	275	392	5750	6700	8450
120	287	314	–	7070	8650	–

Як видно з табличних даних фізико-механічні характеристики одержаних ВНФ зі зростанням температури і тривалості варіння збільшуються, що пояснюється їх кращими паперотворними властивостями за рахунок утворення додаткових водневих зв'язків між полісахаридами і високим вмістом в них геміцелюлоз, які сприяють підвищенню механічної міцності. Фізико-механічні характеристики одержаних органосольвентних ВНФ із стебел соняшнику не поступаються сульфитній хвойній целюлозі марки Ж-1 [3], що свідчить про перспективність їх використання у целюлозно-паперовій промисловості.

Перелік посилань:

1. О. Маслак Коливання ринку соняшнику // Журнал - Економічний гектар. – 2015. - № 17. С. 19.

2. В.А. Барбаш, І.В. Трембус, О.С. Гапон, В.М. Шевченко Одержання солом'яних волокнистих напівфабрикатів пероцтовим способом делігніфікації // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. - №3. – с. 42-49.

ГОСТ 6501-82. Целлюлоза сульфитная небеленая из хвойной древесины.

Технические условия. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. – 1982. – 8с.

ОТРИМАННЯ ОРГАНСОЛЬВЕНТНОЇ ЛЬНЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ ХІМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ

магістрант Кедровська А.М., м.н.с, Ященко О. В., доц., к.х.н. Барбаш В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Раціональне використання природних ресурсів, зокрема сільськогосподарських рослин, є важливою умовою забезпечення вітчизняних підприємств сировиною. До такою рослин відносяться стебла злакових і технічних культур агропромислового комплексу, наприклад, солома пшениці і жита, волокна льону і конопель, які можуть перероблятися на целюлозу як традиційними (сульфатним і сульфитним), так і новими більш екологічно чистими способами варіння з використанням органічних розчинників [1].

В роботі розглянуто можливість отримання целюлози з волокон льону врожаю 2016 року Чернігівської області. Льон має відносно високий вміст α -целюлози (до 80%) та довгі волокна і може розглядатися як альтернатива бавовняній та деревній целюлозі. Целюлоза, яка отримана з льняного волокна має високий ступінь полімеризації, що дозволяє розширити спектр целюлозовмісних матеріалів, які можуть вироблятися на її основі.

Для проведення експерименту волокна льону очищували від костриці, подрібнювали до розмірів 5 – 7 мм та зберігали в ексикаторі для збереження постійної вологості. Хімічний склад волокон льону визначали відповідно до стандартів TAPPI [2] у %: вміст целюлози 78,1; лігніну – 12,5; СЖВ - 3,5; пентозанів – 2,9; зольність – 3,1. Оскільки целюлоза для хімічної переробки має містити мінімальну кількість нецелюлозних домішок, то процес перероблення льняного волокна у целюлозу проводили у дві стадії.

На першій стадії проведено обробку волокон льону в суміші льодяної оцтової кислоти і 35 %-го пероксиду водню у співвідношенні 70:30. Такий режим варіння визначено оптимальним на основі проведених попередніх досліджень [3]. Наважку сировини в 10 г переносили в термостійку колбу та додавали варильний розчин, гідромодуль варіння становив 10 : 1. Варіння проводили в колбах зі зворотними холодильниками за температури $95 \pm 2^\circ\text{C}$ і тривалості від 60 до 240 хв. Отриману целюлозу промивали теплою дистильованою водою до нейтрального рН.

На другій стадії проводили лужну обробку целюлози розчином NaOH за гідромодуля 12:1 з концентрацією 5 % впродовж 120 хв та 20 % впродовж 60 хв. Целюлозу промивали гарячою дистильованою водою до нейтрального рН. Результати першої стадії варіння та показники якості отриманої целюлози наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники якості органосольвентної льняної целюлози

№	Тривалість варіння, хв	Вихід целюлози, %	Вміст лігніну, %	Вміст золи, %
1	60	70 ± 0,4	1,2 ± 0,5	0,3 ± 0,02
2	120	68,5 ± 0,4	1,7 ± 0,8	0,6 ± 0,02
3	180	65 ± 0,5	1,8 ± 0,5	0,7 ± 0,01
4	240	63 ± 0,4	2,0 ± 0,4	0,8 ± 0,01

Як видно із даних табл. 1, збільшення тривалості варіння волокон льону закономірно призводить до зменшення виходу целюлози та збільшенню вмісту лігніну і мінеральних речовин у отриманій целюлозі. Мінімальний вміст лігніну і золи відбувається за 60 хв. пероцтового варіння.

Для зменшення вмісту залишкового лігніну та інших нецелюлозних компонентів проведено лужну обробку целюлози, показники якості якої наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Залежність показників якості органосольвентної льняної целюлози від тривалості варіння та різних умов лужної обробки

Тривалість варіння, хв	Вихід сировини, % від маси а. с. с.	Вміст лігніну, % від маси а. с. с.	Вміст мінеральних речовин, % від маси а. с. с.
Лужна обробка C_{NaOH} = 5 % тривалість – 120 хв			
60	54,2	0,40	0,10
120	52,3	0,65	0,13
180	51,6	0,70	0,22
240	50,1	0,82	0,31
Лужна обробка C_{NaOH} = 20 % тривалість – 60 хв			
60	49,2	0,01	0,04
120	48,9	0,02	0,13
180	48,8	0,03	0,16
240	47,7	0,08	0,25

Як видно із даних табл.2, подальша обробка целюлози розчином луку призводить до мінімальних значень вмісту лігніну та мінеральних речовин в органосольвентній льняній целюлозі, яка може використовуватися для хімічної переробки.

Список посилань.

1. Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І. Виробництво сульфитної та органосольвентної целюлози. - Київ, ЕКМО, 2009.- 280 с.

2. TAPPI Test Methods. Atlanta, Georgia, Tappi Press – 2004.

Барбаш В. А., Нагорна Ю. М. Технологія одержання мікрокристалічної целюлози із недеревної рослинної сировини. Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". - 2015. - № 2. - С. 119-124.

ПРОЦЕС ОКИСНЕННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ

магістрант Коваленко О.Д., доц., к.т.н. Дейкун І.М., доц., к.х.н. Барбаш В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Окиснена целюлоза (оксицелюлоза) є продуктом окиснення целюлози різними окисниками [1]. Під час дії хімічних реагентів гідроксильні групи, які входять до складу кожної елементарної ланки макромолекули целюлози і характеризують її здатність до хімічних перетворень, окиснюються до карбонільних та карбоксильних груп. При цьому за рахунок деструкції макромолекули целюлози відбувається зниження її ступеню полімеризації. Саме тому окиснення целюлози супроводжується втратою волокнистої структури і значним зниженням механічних властивостей. Оксицелюлозу використовують в медицині як гемостатичний матеріал [2].

Мета роботи полягала у дослідженні процесу окиснення целюлози у вигляді медичної марлі окисниками Охоне та ТЕМПО. Оксон ($2\text{KHSO}_5 \cdot \text{KHSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$) є нетоксичний, стабільний, простий у використанні реагент низької вартості, активним компонентом якого є моноперсульфат калію KHSO_5 [3]. ТЕМПО (2,2,6,6-тетраметил-піперид-N-оксид) – стабільний нітрооксидний радикал, що може окиснювати первинні і вторинні спирти у водному стані з високою селективністю і ефективністю [3].

Для проведення окиснення медичну марлю подрібнювали на шматочки розміром 5x5 см. Наважку сировини переносили в колбу із свіжоприготовленими розчинами окисників заданої концентрації, перемішували, рівномірно розподіляючи целюлозу в розчині. Тривалість окиснення для Оксону складала 2,5 год, а для ТЕМПО – від 1 до 3 год. Окиснення проводили за температури 20, 40 і 60 °С. По закінченню процесу окиснення оксицелюлозу промивали до нейтрального середовища.

Вміст карбоксильних груп у оксицелюлозі визначали за кальцій-ацетатним методом [4]. Результати окиснення залежать від природи окисника та рН середовища. Результати проведених досліджень наведено у таблиці.

Таблиця – Результати окиснення медичної марлі окисниками Oxone і TEMPO

Номер дослідження	Окисник	Температура, °С	Тривалість, год	Вміст карбоксильних груп, %
1	Oxone	20	2	0,43
2	Oxone	20	5	0,49
3	Oxone	40	2	0,51
4	Oxone	40	5	0,58
5	Oxone	60	2	0,57
6	Oxone	60	5	0,78
7	TEMPO	20	1	0,46
8	TEMPO	20	2	0,51
9	TEMPO	20	3	0,62
10	TEMPO	40	1	0,55
11	TEMPO	40	2	0,85
12	TEMPO	60	1	1,12
13	TEMPO	60	2	1,51

Дослідження показали, що на вміст карбоксильних груп в оксицелюлозі більш ефективно впливає температура, ніж тривалість процесу окиснення. Також встановлено, що для досягнення однакового вмісту карбоксильних груп в оксицелюлозі потрібна вдвічі менша тривалість процесу окиснення реактивом TEMPO у порівнянні з дією Oxone.

Перелік посилань.

1. Zimnitsky D.S., Yurkshtovich T.L., Bychkovsky P.M., Synthesis and characterization of oxidized cellulose// Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry.- 2004. – 42, N19.- P. 4785-4791.

2. Biliuta G., Fras L., Harabagiu V., Coseri S. Mild oxidation of cellulose fibers using dioxygen as ultimate oxidizing agent// Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures.- 2011.- 6, N 1.- P. 291-297.

3. Барбаш В.А., Нікітюк Ю.Я., Дейкун І.М. Одержання оксицелюлози із бавовняних волокон дією різних окисників// Наукові вісті "НТУУ КПІ".- 2016.- №3.- с. 84-90.

4. Mylanovich J., Kostic M., Skundric P. Structure and properties of TEMPO-oxidized cotton fibers// Chemical industry&Chemical Engineering Quarterly.- 2012.- 18 (3).-P. 473-481.

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

ПЕРОКСООЦТОВОЮ КИСЛОТОЮ

студенти Конотопчик А.В., Букіна Я.І., Березовський Г.Г.,

Кекух М. В., Войтович О.М., к.т.н., доц. Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Однорічні рослини привертають все більшу увагу як сировина для виробництва технічної целюлози. Це пов'язано з швидкою відновлювальністю, удосконаленням методів заготівлі, зберігання та транспортування, а також з розробленням нових ресурсозберігаючих і більш екологічнобезпечних способів її переробки, так звані органосольвентні варіння. Альтернативним напрямком органосольвентних способів отримання волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) є окислювальна делігніфікація пероксикарбонними кислотами.

Оскільки Україна є одним із лідерів світового експорту продуктів переробки соняшнику і частка України у світовій торгівлі соняшниковою олією оцінюється на рівні 56 %, тому велика кількість полів зайнята саме під його посіви [1]. Як відомо основною метою вирощування соняшнику є виробництво соняшникової олії із насіння, але на полях залишається велика кількість стебел, які раціонально не використовуються на сьогоднішній день. Використання лише 25 % від цієї кількості дозволить отримувати від 1 до 3 млн. т ВНФ для отримання різноманітної картоно-паперової продукції, що збільшить використання паперу та картону на душу населення України [1].

Тому метою даної роботи було отримання ВНФ із стебел соняшнику пероцтовим способом делігніфікації.

Пероцтове варіння стебел соняшнику проводили варильним розчином льодяної CH_3COOH та 35%-го H_2O_2 за їх співвідношення 70:30 об'ємних %. Гідромодуль процесу делігніфікації становив 10 : 1, температура змінювалася від 70 до 90 °С, тривалість варіння змінювалась від 30 до 120 хв. Після

закінчення варіння ВНФ промивали проточною водою до нейтральної реакції, сушили до повітряно-сухого стану та визначали їх показники якості. Одержані експериментальні дані наведено на рис. 1.

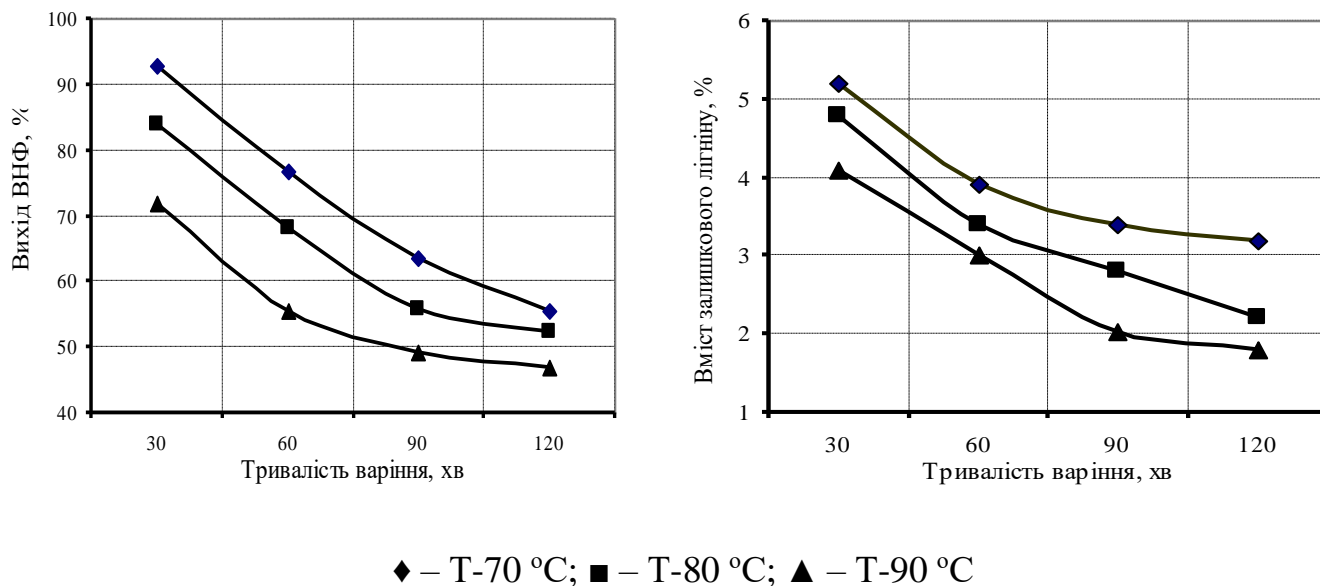


Рис. 1 – Залежність показників якості окисно-органосольвентної целюлози, одержаної із стебел соняшнику від тривалості варіння

З одержаних залежностей можна зробити висновок про те, що з тривалістю варіння вихід і вміст залишкового лігніну зменшуються. Слід зауважити, що у волокнистих напівфабрикатах одержаних пероцтовим способом варіння стебел соняшнику низький вміст залишкового лігніну. Це пояснюється тим, що в кислому середовищі відбувається деструкція сітчастої структури лігніну в результаті кислотного розщеплення α -етерних зв'язків з утворенням проміжних карбокатионів.

Таким чином, показана можливість одержання ВНФ із стебел соняшнику пероксооцтовим способом делігніфікації, які за своїми показниками якості придатні для виробництва масових видів картонно-паперової продукції.

Перелік посилань:

1. Маслак О. Ринок соняшнику нового врожаю / О. Маслак // Агробізнес сьогодні. – 2016. – № 22 (341). – С. 12.

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ ПРИ
ОЧИЩЕННІ ВОДИ ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

студентка Марущак Ю. А., аспірант Іванова В.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Фактично всі стічні води промислових підприємств і комунально-побутові стічні води України забруднені важкими металами, а особливо цинком, міддю, нікелем, ртуттю, свинцем, кадмієм і хромом. Це призводить до накопичення їх в осадах і активному мулі станціях водоочистки, що призводить до накопичення твердих відходів, які неможливо утилізувати.

Актуальність проблеми забруднення навколишнього середовища важкими металами пояснюється, насамперед, широким спектром їх дії на організм людини [1].

Промислова обробка здатна знизити рівень хімічним осадженням, іонним обміном, адсорбцією, електролізом і різного роду фільтраційними процедурами [2]. З огляду на високий рівень токсичності важких металів, на сьогодні актуальною є проблема створення процесів глибокого очищення води від іонів важких металів. Крім того дуже важливим є створення ефективних процесів концентрування сильно розведених розчинів іонів важких металів для підвищення точності їх визначення доступними методами аналізу.

Метою даної роботи було визначення ефективності нанофільтрації при очищенні розбавлених розчинів іонів важких металів.

У роботі використовували ячейку для баромембранного очищення води об'ємом 1 дм³, розраховану на роботу при тиску до 5 атм. У ячейку поміщали мембрану ОПМН-П діаметром 12 см. Тиск створювали компресором та контролювали за допомогою манометра. Як модельні використовувалися розчини сульфату міді, сульфату кадмію і нітрату свинцю в дистильованій воді

з концентрацією по іонах металів від 1 до $1 \cdot 10^{-8}$ мг/дм³. Концентрацію іонів важких металів визначали методом інверсійної хронопотенціометрії [3].

При використанні зворотного осмосу значна частина концентрату знаходиться в комунікаціях установки, частина металів сорбується мембраною, що ускладнює встановити кількісні співвідношення змісту металів в розчинах, концентратах і перміаті. Найбільш простим і надійним методом є нанофільтрація, де в ячейці просто розділяється вихідний розчин на перміат і концентрат.

Як видно з рис.1 при концентраціях іонів металів - міді, кадмію і свинцю відповідно 0,100; 0,125; 0,080 і 0,082 мг/дм³ ефективність очищення води від іонів важких металів на нанофільтраційній мембрані була дуже низькою, що можна пояснити високим рівнем розведення розчинів. Селективність мембрани досягала 4,8% для іонів кадмію і 6,0; 6,1% відповідно для міді та свинцю. При рН = 2,66 для свинцю селективність падала до 2,26%.

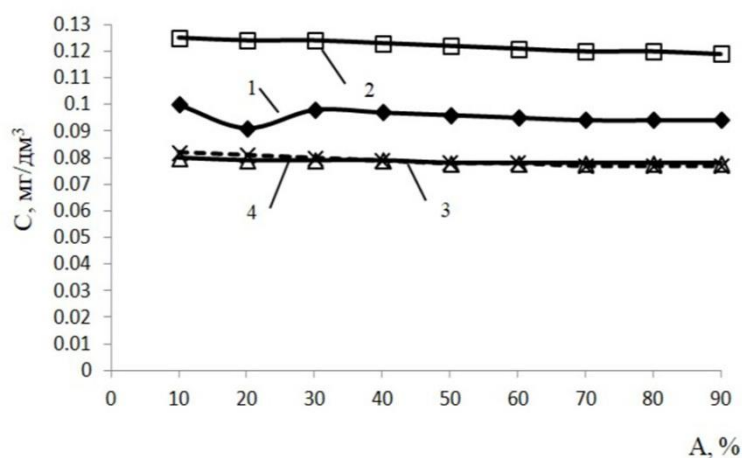


Рис. 1 - Залежність концентрації іонів міді (1), кадмію (2), свинцю (3, 4) від ступеня відбору перміату (A) при фільтруванні розчинів через мембрану ОПМН-П при робочому тиску 0,3 МПа при рН 2,66 (3); 6,20 (1; 2; 4) ($C_{K1} = 0,154$ мг/дм³; $C_{K2} = 0,131$ мг/дм³; $C_{K3} = 0,084$ мг/дм³; $C_{K4} = 0,091$ мг/дм³)

Селективність мембрани суттєво зростає при використанні комплексоутворювачів. Так при використанні Трилону Б при концентрації 0,005 Н селективність по іонах міді зростає до 69 - 77% на перших стадіях фільтрування і знижується до 47,9 - 47,5% при збільшенні ступеня відбору

перміат до 90%. При використанні ОЕДФК в концентрації 50 мг/дм³ селективність досягає 100% протягом всього фільтрування при вихідних концентраціях іонів міді $1,85 \cdot 10^{-3}$ мг/дм³ і $1,0 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³. Абсолютна похибка при цьому досягла $0,3 \cdot 10^{-2}$ мг/дм³, відносна - 16,2%.

При використанні в якості комплексона нітрилтриметіленфосфонової кислоти (НТМФК) в концентраціях від 10 до 50 мг/дм³ при концентраціях міді 10^{-3} - 10^{-7} мг/дм³ було досягнуто повного виділення міді з води при концентраціях НТМФК 25 - 50 мг/дм³. При утриманні НТМФК 10 мг/дм³ селективність по міді досягла 26%.

Таким чином було показано, що нанофільтраційна мембрана ОПМН-П має високу продуктивність і низьку селективність при фільтруванні сильнорозбавлених розчинів важких металів. Продуктивність мембрани зростає від ступеня відбору перміату при збільшенні робочого тиску з 1,5 до 4 атм. ОЕДФК і НТМФК забезпечують кількісне виділення міді з води в межах концентрацій від 1 до $1 \cdot 10^{-8}$ мг/дм³. Іони кадмію повністю виділяються з води тільки при використанні ОЕДФК.

Перелік посилань:

1. Тепла Г. А. Важкі метали як фактор забруднення навколишнього середовища / Г. А. Тепла // Астраханський вісник екологічної освіти № 1(23, 2013) - с. 182-192.

2. Fu, F. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review / F. Fu, Q. Wang // Journal of Environmental Management. – 2011. – N. 92. – P. 407 – 418.

3. Суровцев И.В. Определение тяжелых металлов в водных экосистемах методом инверсионной хронопотенциометрии / И.В. Суровцев, В.М. Галимова, В.М. Манк, В.А. Копилевич // Химия и технология воды. – 2009. – т.31, № 6. – С. 677 – 687.

ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНА СИРОВИНА

магістр Мітько А.В., доц. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Відходи агропромислового комплексу та їх нераціональне використання на сьогоднішній день є однією із основних проблем зниження рентабельності вирощування сільськогосподарської продукції, в тому числі кукурудзи.

За останні 3 роки, за даними Держстату України, посівні площі під кукурудзою займають приблизно 13 –15% від загальних орних земель [1]. Ця культура крім зерна утворює великі об'єми побічної продукції у вигляді стебла, листя, стержня і обгортки початку. Загальний обсяг цих відходів складає близько 60%, або співвідношення маси побічних продуктів до зерна – 1,3 [2]. Дослідженнями проведеними раніше показано, що у випадку комплексної переробки кукурудзи можна отримувати широкий асортимент продукції, а із побічних продуктів папір, ДВП, штучний шовк, добрива та ін.. [3].

Мета роботи. Для максимального використання побічних продуктів кукурудзи у вигляді стержня проведено хімічну обробку його за підвищених температур та за атмосферного тиску.

Обговорення результатів

Подрібнену сировину обробляли гідроксидом натрію за концентрації 12 та 16 г/дм³ в од. Na₂O за гідромодуля 7 : 1 та проводили мацерацію протягом 30хв. і 60 хв. за температури біля 85⁰С. Після хімічного оброблення сировини вільний відпрацьований щолок зливали в окрему ємність та визначали в ньому активний луг і рН. Аналізу також піддавали твердий залишок, у якому визначали вихід, ступінь делігніфікації та механічні показники.

Розмелювання ВНФ, отриманих після мацерації з качанів кукурудзи проводили у ЦРА до ступеня млива 50 ⁰ШР. Отриманий ВНФ використовували для виготовлення відливок в композиції з макулатурою. Дослідженнями

показано, що отримані ВНФ із стержнів кукурудзи містять велику кількість дрібного волокна, яке під час отримання лабораторних відливків втрачалося. Для утримання цього волокна використовували попередньо підготовлену макулатуру, яка складалася із 33% макулатури – газетний папір марки МС-7Б, 33% макулатури – картон марки МС-5Б, 33% макулатури – офсетний папір МС-1А. Макулатуру розмелювали окремо в ЛРК до 50⁰ШР. Композицію складали у співвідношенні ВНФ / макулатура, %: 100/0; 50/50; 75/25.

Показники міцності отриманих лабораторних зразків суттєво залежать від наявності у композиції макулатури. Збільшення вмісту макулатури на 50% дозволяє підвищити показники в середньому на 5 – 6%. Слід зазначити, що підвищення концентрації вихідного лужного розчину не суттєво впливає на показники міцності отриманих зразків паперу. Таку закономірність частково можна пояснити не тільки ступенем провару рослинної сировини, що за інших однакових умов, має вирішальне значення, а розміром окремих волокон. Волокна ВНФ, отриманого із стержнів кукурудзи мають невелику довжину і тому під час відливання на сітці втрачаються. Використання їх у композиції із довгим макулатурним волокном виконує скоріше функцію наповнення, що призводить з однієї сторони до його утримання у масі, а з іншого – зразок паперу має більшу щільність за рахунок якої відбувається незначне покращення показників міцності.

Література

1. Експрес-випуск Державної служби статистики України, 2017
2. Методика узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси. Узгоджена Головою Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, 2013.
3. Драгнев С.В., Железная Т.А., Гелетуша Г.Г. Возможности заготовки побочной продукции кукурузы на зерно для энергетического использования в Украине. Аналітична записка БАУ №16 /– Біоенергетична асоціація України, 2016. – 52 с.

ВПЛИВ ЛУЖНОЇ ОБРОБКИ НА НАДМОЛЕКУЛЯРНУ СТРУКТУРУ ЦЕЛЮЛОЗИ

магістрант Опольський В. А., м.н.с, Ященко О. В., доц., к.х.н. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Целюлоза, як найбільш розповсюджений на земній кулі полімер, широко використовується в різних галузях промисловості та у виробництві товарів широкого споживання. Одним із факторів, який визначає властивості целюлози, є її надмолекулярна структура. В залежності від походження і виду обробки целюлоза характеризується різними структурами – Cell I, Cell II, Cell III, Cell IV і Cell X, які мають різну реакційну здатність [1].

Для забезпечення зростаючих потреб у виробництві целюлози, як альтернатива дефіцитної деревини, використовуються відходи сільського господарства – стебла злакових і волокна технічних культур. До числа останніх належить кенаф – однорічна луб'яна культура родини мальвових. Луб'яні волокна кенафу використовуються для виготовлення мішковини, а відходи волокон кенафу – у виробництві будівельних ізоляційних плит, а також деяких сортів паперу та целюлози для хімічної переробки.

В роботі для отримання целюлози використовували волокна кенафу, яке очищували від костри, механічно подрібнювали до довжини 5 – 7 мм та зберігали в ексикаторі для збереження постійної вологості. Хімічний склад волокон кенафу визначали відповідно до стандартів TAPPI [2] у %: вміст целюлози – 51,8; лігніну – 15,9; СЖВ - 2,2; пентозанів – 22,3; зольність – 3,3.

Варіння целюлози відбувалося в дві стадії. На першій стадії проведено обробку волокон кенафу в суміші льодяної оцтової кислоти і 35 %-го пероксиду водню у співвідношенні 70:30 за гідромодуля 10:1. Варіння проводили за температури $95 \pm 2^\circ\text{C}$ і тривалості від 60 до 240 хв. Отриману целюлозу промивали теплою дистильованою водою до нейтрального рН.

На другій стадії проводили лужну обробку целюлози розчином NaOH за гідромодуля 12:1 з концентрацією 5 % впродовж 120 хв та 20 % впродовж 60 хв. Целюлозу промивали гарячою дистильованою водою до нейтрального рН.

Обробка целюлози лугом високої концентрації призводить до видалення легкорозчинної фракції целюлози та зміни її надмолекулярної структури. На рис. 1 наведено рентгеноструктурні спектри органосольвентної целюлози з кенафу після лужної обробки концентрації 5 і 20 % NaOH. Спектри отримано на дифрактометрі Ultima IV (Rigaku, Японія).

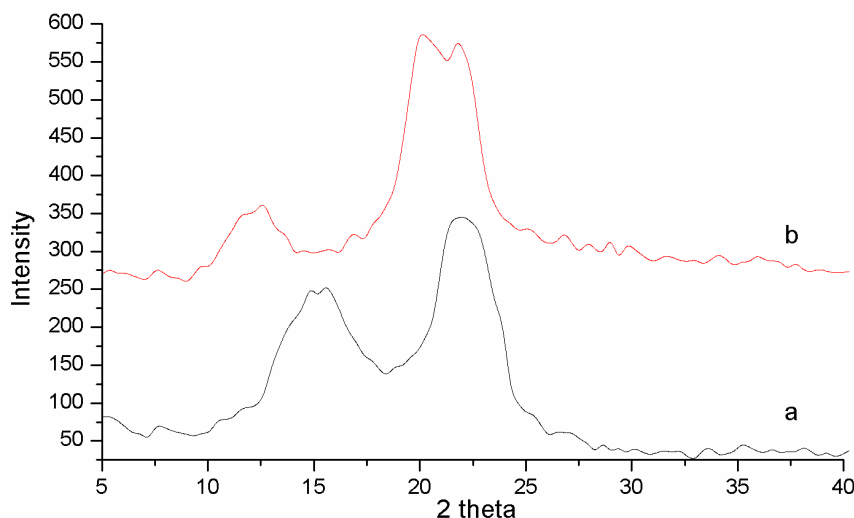


Рисунок 1 – Рентгеноструктурні спектри органосольвентної целюлози з кенафу після лужної обробки: 5 % NaOH (a) та 20 % NaOH (b)

Відомо, що рентгенограми целюлози мають характерний пік в області $2\theta = 15-16^\circ$ та $22 - 23^\circ$, пов'язаний з дифракцією рентгенівських променів від площин 110, 101 та 002 кристалічної ґратки целюлози. Рентгенограма целюлози (рис. 1 а), після обробки 5 % гідроксидом натрію, має характерні піки в даній області, що відповідає структурі целюлози I, а ступінь кристалічності целюлози становить 61,3 %.

Для зразка целюлози після 20 % лужної обробки характерна зміна структуру целюлози I в целюлозу II, на що вказує зміщення піку з області $15-16^\circ$ в область 12° , і свідчить про високий вміст альфа-целюлози в органосольвентній целюлозі (рис. 1 б), оскільки пік в області $2\theta = 12^\circ$, пов'язаний з розсіюванням рентгенівських променів від площини 101 кристалічної решітки α -целюлози [3].

Целюлоза II має вищий ступінь кристалічності (76,6 %) і меншу щільність у порівнянні з целюлозою I, але характеризується підвищеною реакційну здатність, що важливо для подальшої її хімічної переробки.

Список посилань.

1. Барбаш В.А. Дейкун І.М. Хімія рослинних полімерів. - Київ: Едельвейс, 2014 – 440 с.
2. TAPPI Test Methods. Atlanta, Georgia, Tappi Press – 2004.
3. Левданский В.А., Левданский А.В., Кузнецова Б.Н.. Способ получения из льна целлюлозного продукта с высоким содержанием альфа-целлюлозы. // Journal of Siberian Federal University. – 2014. – 7. – С 63 – 70.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРБЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД ІОНІВ АМОНІЮ

аспірант Петриченко А. І., студ. Кійченко О. Ю., к.т.н., ст. викл. Трус І. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Однією з головних проблем в області очищення природних і стічних вод є видалення з них біогенних елементів, що викликають евтрофікацію водних об'єктів [1]. Одними із найпоширеніших біогенних елементів є сполуки амонію. Сполуки амонію потрапляють у водойми в результаті як природних, так і антропогенних процесів - поверхневої ерозії ґрунтів, неправильного застосування мінеральних добрив, стоки тваринницьких комплексів, побутові та господарсько-фекальні стоки [2]. У процесі кругообігу азоту сполуки амонію поступово переходять в газоподібні сполуки N_2 або N_2O . Але в результаті зростання і розвитку промисловості стабільність природного кругообігу азоту порушується. Наслідком цього є накопичення у водоймах нітритів і нітратів. Іноді їх концентрація може досягати токсичного значення [3]. Аналіз досліджень [4] показує, що ефективність очищення стічних вод від біогенних сполук залежить від складу стічних вод і від прийнятої технологічної схеми вилучення забруднювачів в процесі очищення.

Метою даної роботи було вивчення параметрів сорбції та десорбції іонів амонію на природних і штучних іонообмінних матеріалах.

Процеси іонообмінної очистки води від іонів амонію з модельних розчинів вивчалися на природному цеоліті та на катіонітах КУ-2-8 і Dowex Мас-3. Було встановлено залежність ефективності сорбції амонію від форми іоніту, співвідношення вмісту амонію і кальцію у воді та рівня вихідної концентрацій іонів в розчині.

Показано, що сильнокислотний катіоніт КУ-2-8 в Na^+ -формі має низьку селективність по іонам амонію, в порівнянні з H^+ -формою. В присутності іонів

кальцію сорбція іонів амонію на катіоніті КУ-2-8 відбувається дуже погано, а в подальшому навіть вже сорбовані іони амонію витісняються кальцієм. Вилучення іонів амонію на слабокислотному Dowex Mac-3 в присутності іонів кальцію було не ефективним, що робить використання даного катіоніту не доцільним.

Регенерація катіоніту КУ-2-8 проводилась розчинами NaCl та HCl. Найменші витрати регенераційного розчину відмічено при використанні соляної кислоти.

У процесах сорбції амонію на цеоліті вміст іонів кальцію не мав значного впливу на ефективність сорбції. Відмічено зростання величини адсорбції з підвищенням концентрації амонію в розчинах. При регенерації цеоліту розчином NaCl ступінь регенерації сягав 100% при граничній ємності цеоліту в 40 мг/г.

Висновок: використання катіоніту КУ-2-8 дозволяє ефективно вилучати сполуки амонію з води, але даний метод не підходить для очистки природних та стічних вод, що містять іони жорсткості. У таких випадках доцільніше використовувати природні сорбенти.

Перелік посилань:

1. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. ДСТУ 4808:2007, введено в дію:01.01.2012.

2. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання — К.: Віпол, 2000. — 376 с.

3. Гомеля М.Д., Трус І.М., Петриченко А.І., Шаблій Т.О. Іонообмінне вилучення з води нітратів / Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2015. – № 59. – С. 19–24.

4. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод — М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. — 702 с.

ОКИСНО-ОРГАНСОЛЬВЕНТНЕ ВАРІННЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ

студ.Попадинець А.В., аспірант Соколовська Н.В., к.т.н., доц.Трембус І.В.

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

Світові запаси деревної сировини на сьогоднішній день є обмеженими, зокрема в Україні ресурси хвойної та листяної деревини значно зменшилися. Тому актуальним залишається питання пошуку нових джерел недеревної рослинної сировини (НДРС), які мають здатність швидко відновлюватись і бути альтернативою деревині. Такою сировиною, насамперед, може бути пшенична солома. Щорічні ресурси зернових культур, за даними Мінагропрому України, складають в залежності від урожайності 40-50 млн. т. на рік [1].

Окисно-органосольвентні способи, будучи екологічно безпечними, дозволяють отримувати волокнистий напівфабрикат з високим виходом за відносно низьких енерговитрат і відсутності сірковмісних викидів і промислових стоків. Пероксид водню привертає увагу як один з найбільш прийнятних в екологічному відношенні реагент для процесів делігніфікації.

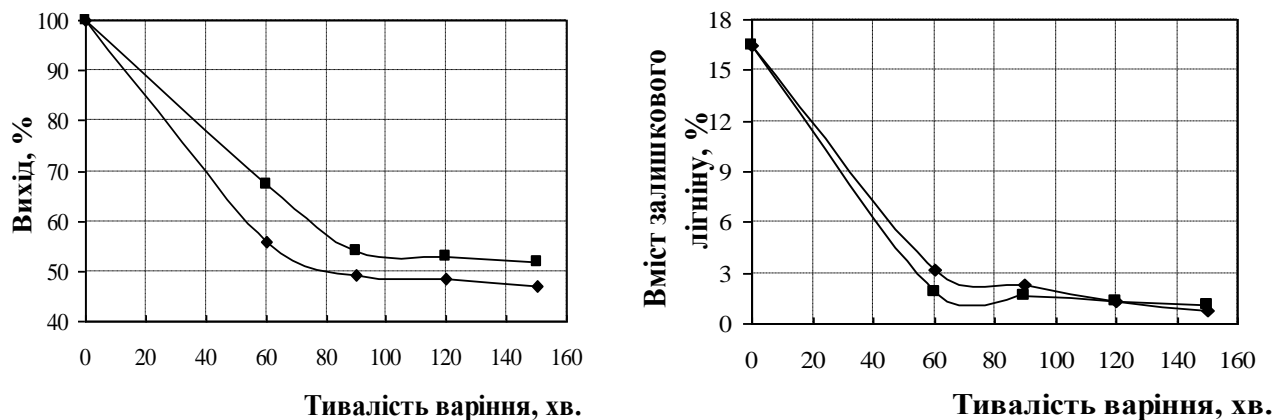
Тому метою роботи є отримання солом'яної целюлози розчином оцтової кислоти з додаванням H_2O_2 .

В роботі було проведено окисно-органосольвентне варіння пшеничної соломи варильним розчином, який містив льодяну оцтову кислоту ($AcOOH$) і воду (H_2O) за їх співвідношення 75:25 об'ємних % та витрат H_2O_2 50 % від маси абс. сух. сировини (а.с.с.), за його концентрації 50 %, температури 90 °С. Початок варіння фіксували з моменту досягнення температури 90 °С. Тривалість варіння становила від 60 до 150 хв. Гідромодуль варіння становив 10:1.

Для порівняння запропонованого способу делігніфікації було проведено пероцтове варіння пшеничної соломи (ПОК). Приготування варильного

розчину здійснювалось змішуванням льодяної AsOON та 30 %-го H_2O_2 у співвідношенні 70:30 об'ємних % з подальшим утворенням пероксокислоти в процесі варіння.

Показники якості одержаної солом'яної целюлози наведено на рис. 1



◆—◆— - ; ■—■— - $\text{AsOON}+\text{H}_2\text{O}$ (витрати H_2O_2 50% від маси а.с.с.)

Рисунок 1 – Залежність виходу і вмісту залишкового лігніну в окисно-органосольвентній солом'яній целюлозі від тривалості варіння

Як видно з наведених залежностей, використання запропонованого способу делігніфікації, а саме « $\text{AsOON}-\text{H}_2\text{O}$ »+ H_2O_2 дозволяє отримати солом'яну целюлозу з виходом вищим на 15 %, за однакового ступеня делігніфікації, у порівнянні з пероцтовим варінням пшеничної соломи.

Таким чином, при застосуванні даного способу варіння пшеничної соломи зменшуються витрати H_2O_2 в 2 рази у порівнянні з ПОК способом делігніфікації, що є економічно вигідно і дозволить в подальшому в значній мірі знизити собівартість картонно-паперової продукції.

Перелік посилань:

1. Трембус І.В., Соколовська Н.В. Солом'яна целюлоза в композиції пакувального паперу // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження – 2017. – №1(16). – с. 96-100.

МОДИФІКОВАНІ ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНІ СОРБЕНТИ

магістрант Почечун Т.П.¹, к.х.н., ст. викл. Галиш В.В.^{1,2}

¹ – **Національний технічний університет України**

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

² – **Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України**

Використання дешевої та доступної рослинної сировини з метою одержання сорбентів, призначених для вирішення екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища іонами важких металів, представляє особливий інтерес науковців. Природна лігноцелюлозна сировина містить фенольні, гідроксильні, карбоксильні функціональні групи, здатні зв'язувати катіони важких металів. Для підвищення сорбційних властивостей таких матеріалів проводять їх фізичне, хімічне чи механічне активування, або їх поєднання.

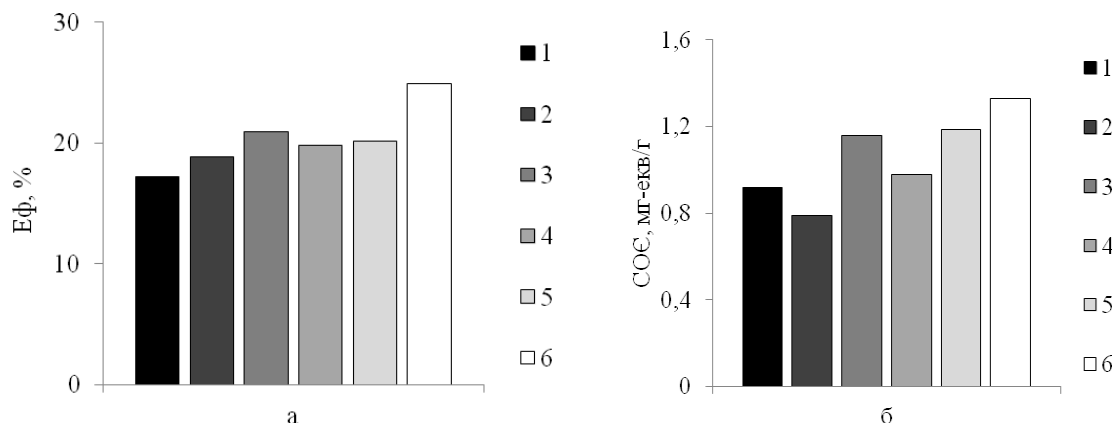
З метою одержання ефективних сорбентів нами досліджена можливість модифікування подрібненої горіхової шкаралупи 5 %-вими розчинами NaOH, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, H_3PO_4 . В досліді використовували три фракції вихідного матеріалу: $0,5 \text{ мм} > \text{фракція А} > 1,0 \text{ мм}$; $1,0 \text{ мм} > \text{фракція Б} > 1,5 \text{ мм}$; $1,5 \text{ мм} > \text{фракція В} > 2,0 \text{ мм}$. Ефективність сорбентів оцінювали за ефективністю вилучення (Еф) метиленового синього та статичною обмінною ємністю (СОЄ) за NaOH.

Результати дослідження сорбційних властивостей вихідної шкаралупи горіху показали, що фракційний склад матеріалу значно впливає на його поглинальні властивості. Зменшення розмірів вихідної шкаралупи приводить до збільшення поверхні матеріалу і закономірно призводить до збільшення сорбційної здатності (табл. 1).

Вплив типу модифікатора на сорбційні властивості лігноцелюлозного матеріалу вивчали на прикладі фракції В, результати досліджень наведено на рис. 1.

Таблиця 1 – Сорбційні властивості подрібненої шкарлупи горіху

Подрібнена горіхова шкаралупа	Еф метиленового синього, %
0,5 мм>фракція А>1,0 мм	39,2
1,0 мм>фракція Б>1,5 мм	29,3
1,5 мм>фракція В>2,0 мм	17,2



1 – вихідна сировина, 2 – NaOH, 3 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 4 – NH_4Cl ,
5 – $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, 6 – H_3PO_4

Рисунок 1 – Сорбційні властивості вихідного та модифікованих лігноцелюлозних матеріалів

Модифікування рослинних відходів розчином NaOH призводить до збільшення сорбційної здатності матеріалу щодо метиленового синього за рахунок часткової делігніфікації. Разом з тим, обробка гідроксидом натрію сприяє видаленню мінеральних компонентів, які приймають участь в іонообмінних процесах. Саме тому така обробка призводить до погіршення СОС. Модифікування рослинних матеріалів розчинами $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, H_3PO_4 супроводжується частковим гідролізом полісахаридних компонентів, що призводить до збільшення питомої поверхні матеріалу і до збільшення сорбційної здатності. Крім того, в процесі модифікування відбувається приєднання додаткових функціональних груп, які надають лігноцелюлозному матеріалу катіонообмінних властивостей, що призводить до підвищення СОС.

Одержано модифіковані лігноцелюлозні сорбенти з відходів харчової промисловості та досліджено їх сорбційні властивості.

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАПІРНОГО ЯЩИКА

студент Рудзей Ф.П., асистент Остапенко А.А.

Національний технічний університет України

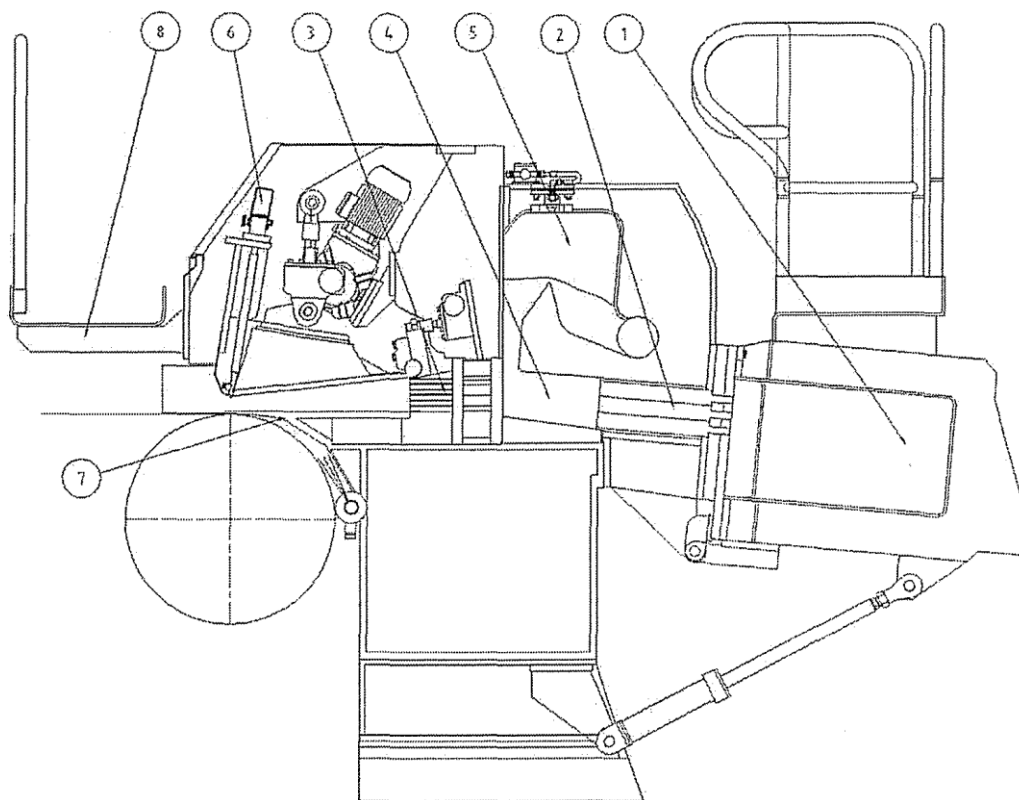
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Напірний ящик папероробної машини, призначений для рівномірного розподілення маси через вхідний колектор за всією шириною машини [1]. Маючи велику кількість переваг при формуванні паперового полотна – напірний ящик має свої недоліки, що впливають на якість формування паперового полотна. Недоліком напірного ящика є невисока якість формуючого полотна внаслідок нерівномірного розподілення вздовж ширини напірного ящика швидкості потоку маси, що випускається на сітку папероробної машини. Це обумовлюється тим, що відбиваючі струмені волокнистої маси, утворені в диспергуючій камері, не розпадаються, а створюють в потоці, що виходить на сітку папероробної машини, високу нерівномірність розподілення швидкості вздовж ширини напірного ящика, яка обумовлює в свою чергу високу нерівномірність розподілу маси 1 м^2 паперового полотна в поперечному напрямку і, відповідно, низьку його якість.

Якість формування паперового полотна досягається за рахунок конструктивної модернізації напірного ящика, яка включає в себе: колектор призначений для розподілення потоку маси за всією шириною машини; атенюатор розташований між розподільним елементом і генератором турбулентності, що дозволяє рівномірно розподіляти найменшу вібрацію в поперечному напрямку; генератор турбулентності, що дозволяє знизити вплив турбулентності на відливання паперового полотна; повітряну камеру, яка дозволяє регулювати рівень волокнистої маси в напірному ящику за допомогою тиску повітря; установку термальній компенсації, для виключення впливу термічних деформацій металевих конструкцій напірного ящика.

На рис.1 зображений напірний ящик [2], що забезпечує підвищення якості паперового полотна за рахунок зменшення нерівномірності розподілення

швидкості уздовж ширини напірного ящика потоку маси, що випускається на сітку машини.



1 – колектор; 2 – розподільний елемент; 3 – генератор турбулентності; 4 – вирівнювальна камера; 5 – повітряна камера; 6 – регулювальні гвинти профільної планки; 7 – фартух; 8 – перехідний місток

Рисунок 1 – Схема напірного ящика HQ в розрізі

Висновок: запуск в роботу даного напірного ящика в якості формуючої частини КРМ, дозволило покращити результати регулювання профілю в поперечному напрямку; повністю автоматизувати роботу напірного ящика; покращити формування волокон завдяки мікротурбулентності потоку; зменшити коливання маси 1 м^2 в поперечному напрямку та збільшити робочу швидкість папероробної машини.

Перелік посилань:

1. Иванов С.Н. Технология бумаги/ С.Н.Иванов. – М.: Школа бумаги, 2006. – 696 с.

2. <http://www.bellmer.de/sprache3/n1021503/n.html> від 20.10.2017 р.

ФОРМУВАННЯ КАРТОННОГО ПОЛОТНА НА ВАКУУМ-ФОРМЕРАХ

студенти Рудзей Ф.П., Скорик П.В., Личак Р.Г., к.т.н., доц. Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Для виготовлення паперу і картону застосовують два типи папероробних машин: плоскіткові та кругліткові. Перші використовуються для виробництва паперу, другі – картону. Основна відмінність таких машин полягає в тому, що на плоскіткових машинах формування паперового полотна здійснюється на рухомій горизонтальній сітці, а в кругліткових – полотно формується на обертаючій циліндричній сітці [1].

Основним видом обладнання для реалізації технологічного процесу відливу і формування паперового полотна на циліндричній поверхні є круглітковий циліндр. Кругліткові циліндри використовуються для виробництва багатошарового листового картону [1].

У порівнянні з процесом формування паперового полотна на рухомій горизонтальній сітці процес формування на циліндричній поверхні має ряд переваг: більш раціональне використання сіткової поверхні, ступінь використання сіткової поверхні для кругліткових циліндрів становить 0,6-0,7 у порівнянні з 0,4-0,45 для плоскіткових столів; утворення на круглітковому циліндрі елементарного шару відбувається за порівняно великого гідростатичного вакууму (0,1-0,3 м вод. ст.), ніж на сітковому столі, де гідростатичний вакуум незначний за величиною; круглітковий циліндр має менші габарити, простий і дешевий у виготовленні, що стало основною перевагою і визначило його домінуюче застосування при виготовленні багатошарового картону [1].

Застосування вакуум-формера передбачає чотири відсмоктуючі зони. Перша зона (зона формування) починається від нижньої губи даного пристрою і закінчується в середній частині довжини верхньої губи. У цій зоні відбувається формування елементарного шару.

Друга зона (зона папероутворення). У II зоні відсмоктування підтримується найбільший вакуум і відбувається інтенсивне зневоднення паперового полотна, де утворюється лінія розділу з великим і малим вмістом води в полотні.

Третя зона (зона сушіння). У III зоні зневоднення елементарного шару відбувається за рахунок повітропроникності, полотно стає повітропроникним і вакуум в цій зоні нижче, ніж в II зоні.

Четверта зона (зона ущільнення). IV зона відсмоктування працює з дуже незначним вакуумом, що забезпечує утримання віджатої води в отворах перфорації сорочки сіткового циліндру і не дозволяє зворотнє зволоження елементарного шару [1].

Технологія формування паперового полотна на циліндричній поверхні удосконалюється в напрямку поліпшення якості виготовлення паперу і картону, підвищення ефективності зневоднення з підвищенням швидкості і продуктивності, поліпшення співвідношення міцності в поздовжньому і поперечному напрямках, скорочення виробничих площ зі збільшенням знімання паперового полотна з м² цієї площі, скорочення використання свіжої води, металоємності технологічного обладнання, енерговитрат та ін.

Удосконалення технологічного процесу виготовлення картону за рахунок використання вакуум-формерів поліпшить рівномірність полотна за маю в поздовжньому і поперечному напрямку; формування елементарних шарів, в результаті чого скоротиться витрата високоякісного волокна на покривні шари картону. Крім того встановлення більшої кількості вакуум-формуєчих пристроїв дозволить не тільки покращити формування паперового полотна але й зменшить витрати енергоресурсів за рахунок збільшення сухості паперового полотна.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. –Київ: ЕКМО, 2002. – 396 с.

ФОСФОРИЛЮВАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ

магістрант Свіріда А.І.¹, к.х.н., ст. викл. Галиш В.В.^{1,2}

¹ – Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

² – Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України

Сорбційні процеси широко використовуються в екології для вирішення проблем забруднення стічних вод. Як дешеві та доступні сорбенти можна використовувати рослинні відходи агропромислового комплексу. Одним з методів підвищення сорбційних властивостей природних матеріалів є хімічна активація з використанням модифікаторів різної природи.

Нами досліджено процес хімічного модифікування рослинних відходів, а саме шкаралупи горіху, розчинами H_3PO_4 концентрацією 5 – 75 %. Вміст основних компонентів відходів: целюлоза – 41,2 %, лігнін – 37,5 %, речовини, що екстрагуються водою та 1-% розчином луку – 10,4 та 25 % відповідно, смоли, жири, воски – 5,2 %, зола – 2,3 %. Тривалість процесу модифікування складала 60 – 180 хв, температура – 95 °С. В роботі використовували різні фракції вихідної рослинної сировини: 0,5 – 1,0 мм, 1,0 – 1,5 мм та 1,5 – 2,0 мм. Ефективність лігноцелюлозних матеріалів оцінювали за значенням статичної обмінної ємності за 0,1 н. NaOH.

Таблиця 1 – Сорбційні властивості подрібненої шкаралупи горіху

Фракція	Статична обмінна ємність за 0,1 н. NaOH, мг-екв/г
0,5 – 1,0 мм	1,78
1,0 – 1,5 мм	1,29
1,5 – 2,0 мм	0,91

Результати дослідження свідчать, що статична обмінна ємність вихідних матеріалів збільшується зі зменшенням фракційного складу, оскільки збільшується кількість доступних активних функціональних груп.

Вплив концентрації кислоти та тривалості модифікування вихідного рослинного матеріалу на вихід фосфорильованого лігноцелюлозного продукту наведено на рис. 1. Під час такої обробки ортофосфорна кислота вступає в реакцію з частиною гідроксильних груп лігноцелюлозної сировини, в результаті чого відбувається утворення кислих ефірів. Зі збільшенням концентрації кислоти та тривалості модифікування відбувається видалення з матеріалу компонентів нецелюлозного характеру, низькомолекулярних геміцелюлоз, відбувається часткова деполімеризація макромолекул целюлози.

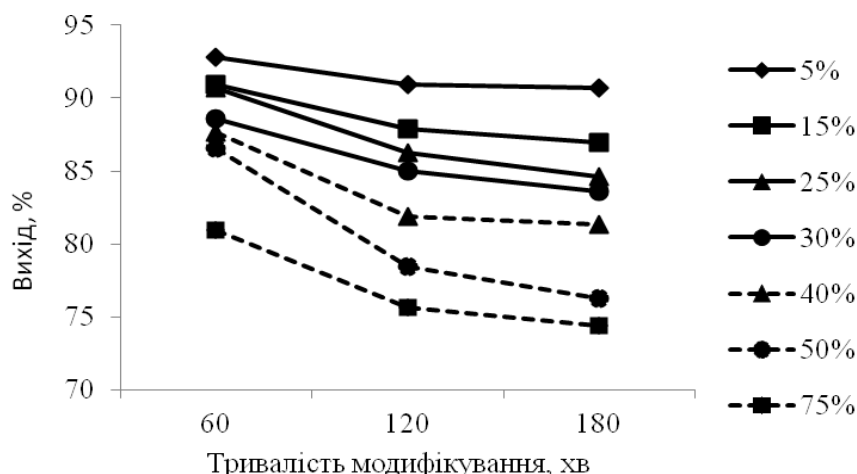


Рисунок 1 – Залежність виходу фосфорильованих лігноцелюлозних матеріалів від тривалості модифікування

Це приводить до покращення поруватості структури, до зростання питомої поверхні та до утворення більшої кількості кислих функціональних груп, що зумовлює підвищення реакційної здатності матеріалу – збільшується статична обмінна ємність за 0,1 н. NaOH та сорбційна здатність модифікованих лігноцелюлозних продуктів щодо метиленового синього.

Дослідження кінетики сорбції показало, що залежно від фракції лігноцелюлозного матеріалу повна сорбційна рівновага на досліджених зразках досягається протягом 3 – 24 год.

**ПРОБЛЕМА ДОВГОВІЧНОСТІ ПАПЕРУ ТА СУЧАСНІ
ЕКОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ**

студентка Ткаченко О.В., асистент Остапенко А.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Проблема підвищення довговічності паперу з часом не тільки не втратила актуальності, а й істотно загострилася у зв'язку з необхідністю вирішення питань ресурсо-, енергозбереження та екології [1]. До видів паперу, призначених для тривалого користування, відноситься папір для друку, фотодруку, реставраційний папір, а також електротехнічний папір. Основними напрямками у виробництві високосортних видів паперу для друку є: збільшення частки листяної целюлози в композиції паперу; підвищення вмісту високодисперсних наповнювачів; перехід на нейтральний спосіб проклейки; застосування сучасних систем фіксації компонентів паперової маси і нових систем оптичного фарбування і вибілювання [2]. У виробництві паперу для друку як один з важливих показників якості є довговічність. Відносно низька довговічність сучасних друкованих видань призводить до зростання споживання паперу, а, отже, до нераціонального використання лісосировинних та інших ресурсів, а в недалекому майбутньому призведе ще до значних витрат на реставрацію документів на папері для користування в бібліотеках і архівах [3].

Важливе значення для розвитку науки має розширення уявлень про процеси, що відбуваються при старінні сучасних видів паперу. Проблема підвищення довговічності паперу для друку, яка випускається величезними тиражами і не повинна бути надмірно дорогою, може бути вирішена ретельно науково-обґрунтованим складанням композиції на основі вивчення закономірностей і механізмів старіння в папері різних видів целюлозних волокон, впливу на процес старіння паперу проклеюючих речовин,

наповнювачів та інших хімічних допоміжних речовин, а також речовин, що застосовуються для поверхневої обробки. Підвищення довговічності спеціальних і технічних видів паперу є економічно доцільним.

Стійкість целюлозних матеріалів до старіння є визначальним фактором довговічності паперу, а значить, забезпечує необхідні властивості паперу в процесі тривалої експлуатації. Компонентний склад волокнистого матеріалу грає важливу роль в зміні властивостей паперу при старінні, що необхідно враховувати при розробці технології целюлози і довговічних і спеціальних видів паперу.

Тому проблему підвищення довговічності даних видів паперу можна вирішувати за допомогою застосування в композиції паперу нових видів напівфабрикатів, одержуваних по екологічно надійним технологіям. У світлі розвитку цього напрямку буде актуально, застосування в композиції паперу нетрадиційних видів целюлози і комплексів, що містять хітин.

Список використаних джерел:

1 Фляте Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 648 с.

2 Евтюхов С. А. Изменение свойств бумаги для офсетной печати российского производства в процессе искусственного старения / С. А. Евтюхов, Е. Г. Смирнова, Е. М. Лоцманова // мат. V межд. конф.: «Обеспечение сохранности памятников культуры: традиционные подходы – нетрадиционные решения» – СПб., 2006. – С. 174 – 182.

3 Добрусина С. А., Чернина Е. С. Консервация документов: наука и практика / С. А. Добрусина, Е. С. Чернина / РНБ.– СПб., 2013. – 191 с.

4 Смирнова Е. Г. Воздействие старения на структуру бумаги и ее составляющих / Е. Г. Смирнова // Лесной журнал. – 2010.- №3. – С. 125-129.

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ МАЦЕРОВАНОЇ СІЧКИ

магістр Шишкіна С. О., доц. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У всьому світі пошук альтернативних джерел целюлозовмісної сировини з метою отримання первинного волокна для виробництва паперу і картону приводить до місцевих ресурсів, які є найбільш доступними.

Відходи у вигляді соломи злакових та олійних за своїм хімічним складом, за масовою долею екстрактивних речовин та речовин, які розчиняються у гарячій воді дуже близькі до листяних порід деревини. Довжина волокон соломи та їх товщина прирівнюються до волокон листяних порід. Суттєві відмінності полягають у значно більшому вмісті золи у соломі в порівнянні із деревиною, що неодмінно впливає на вибір способу їх переробки [1].

З цього слідує, що за хімічними та морфологічними характеристиками волокна однорічних можна розглядати в якості потенційної сировини для отримання солом'яної маси, аналогічно ХТММ із листяних порід [2].

Мета роботи. Дослідження впливу концентрації розчину та тривалості варіння на попередньо мацеровану січку соломи однорічних рослин.

Обговорення результатів.

Відомо, що попереднє просочування рослинної сировини варильним розчином дозволяє покращити процес її делігніфікації за одночасного зменшення тривалості дії хімічних реагентів на вуглеводну частину. Це в свою чергу призводить до підвищення виходу напівфабрикатів та показників міцності. Оскільки солома злакових та олійних містить значну долю зольних компонентів, то попередня лужна обробка сприяє якісному просочуванню сировини з одночасною дією луку на неорганічну частину. Таким чином, відбувається часткове її розчинення, що в подальшому полегшує проникнення варильного розчину вглиб січки і, відповідно, делігніфікацію.

Для проведення дослідження обрано солону пшениці, сої та ріпаку. Мацерацію січки розміром 2-3 см проводили з використанням розчину NaOH із концентрацією 16 г/дм³, 20 г/дм³ в од. Na₂O. Оброблення січки лугом проводили за ГМ 7:1, температури 80°C і витримували 30 хв. В цей період

відбувається процес просочення і мацерації січки. По закінченні вказаного часу масу вивантажували на сітку для вільного стікання рідини. Твердий залишок після стікання рідини, поміщали у колбу на 750 мл додавали в колбу 90 мл гарячої води і встановлювали колбу на водяну баню попередньо нагріту до температури 94 – 96°C та продовжували варіння протягом 60, 90 та 150 хв.

Відпрацьований розчин після мацерації та після варіння зливали в окремі колби і піддавали аналізу на вміст активного лугу та рН. У твердому залишку визначали вихід, ступінь провару та показники міцності отриманих ВНФ.

З аналізу отриманих даних видно, що на делігніфікацію січки соломи, ріпаку та сої в більшій мірі впливає використання розчину із концентрацією 20г/дм³ в од. Na_2O , ніж підвищення тривалості варіння з 60 хв. до 150хв. Це підтверджується зниженням вмісту залишкового лігніну в отриманих ВНФ для соломи до 15, для сої – до 16–17% та для ріпаку – до 17–18%.

За рівних інших умов показники міцності ВНФ для всіх видів сировини в більшій мірі залежать від концентрації розчину, оскільки збільшення відбувається в межах – 10–15%. Тривалість варіння в межах однієї концентрації для ВНФ із соломи має позитивний вплив на їх міцність, що призводить до покращення на 4–6%. Для ВНФ із ріпаку тривалість варіння дозволяє покращити показники опору продавлюванню та роздиранню, а на інших суттєвого впливу не відмічено. Така ж закономірність спостерігається і для ВНФ, отриманих із сої.

Аналіз відпрацьованих щолоків після мацерації та варіння показують, що на хімічні реакції з компонентами сировини витрачається приблизно 4 – 75% активного лугу в залежності від умов хімічної обробки.

Проведеними дослідженнями показано, що за однакових умов делігніфікації січки однорічних за атмосферного тиску із соломи отримано ВНФ і найвищими показниками міцності. Соя делігніфікується слабше в порівнянні із ріпаком, що призводить до нижчих значень міцності ВНФ.

Література

1. П. Лендбел, Ш. Морвай. Химия и технология целлюлозного производства. Перевод с нем. Ф.Б. Дубровинской под ред. А.Ф. Тищенко. – М.: Лесная пром-сть., 1978. – 544 с.

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

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ПАРАМЕТР ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

магістрант Якименко О.В., к.т.н., доц. Плосконос В.Г.

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

Метою даної роботи є використання методу експертних оцінок для оцінювання впливу технологічних факторів на параметр оптимізації.

Будь-який технологічний процес слід розглядати як складну систему, на яку впливає багато різних факторів. Сила їх впливу на досліджувані вихідні параметри (продуктивність, якість продукції, її собівартість) різна і апіорі невідома.

Тому в програму досліджень спочатку треба ввести всі фактори, виявлені на етапі аналізу літературних і виробничих даних, які чинять будь-який вплив на вихідні параметри.

Докладно вивчити всі ці фактори практично неможливо через дуже велику кількість експериментів і невиправдані витрати часу і матеріалів.

Усунення зазначених недоліків потребує попереднього оцінювання сили впливу кожного фактора і формування на цій основі групи найістотніших факторів, які треба всебічно дослідити на подальших етапах.

Інтуїтивний добір істотних факторів досить суб'єктивний і може призвести до помилкових результатів.

Тому на етапі попереднього дослідження широко використовуються метод експертних оцінок (рангової кореляції), який ґрунтується на статистичній обробці даних, отриманих у результаті опитування спеціалістів або аналізу наукових досліджень.

Метод ґрунтується на тому, що невідома характеристика досліджуваного явища трактується як випадкова величина, а індивідуальна оцінка кожного експерта щодо істинності та значущості тієї чи іншої події є відображенням її закону розподілу.

Реалізація методу експертних оцінок передбачає виконання таких нормалізованих і формалізованих етапів:

- формулювання мети дослідження, а також групи досліджуваних факторів (попереднє вивчення об'єкта);

- формування групи експертів;

- вибір методу опитування експертів;

- первинна обробка результатів опитування;

- перевірка вихідної гіпотези і обробка результатів опитування.

У процесі формування групи експертів (етап 2) послідовно визначають:

- кількість потенційно можливих експертів m ;

- мінімально припустиму чисельність групи m_{min} ;

- чисельність спеціалістів потрібної кваліфікації m_k ;

- загальну кількість наукових напрямків і шкіл з даної проблеми r ;

- мінімальне представництво будь-якого i -го напрямку в групі експертів m_i^{min} ;

- дійсне значення чисельності групи експертів m_{Δ} .

Апріорна інформація, яку мають експерти про досліджуваний об'єкт, найчастіше носить якісний характер.

Тому, щоб подати цю інформацію в кількісному вираженні, доцільно скористатися методом упорядкування (ранжирування). За допомогою такого підходу досліджувані фактори (n) можна розмістити за силою їх впливу на вихідну функцію. Тоді сила впливу кожного фактора визначатиметься величиною присвоєного йому рангу $a_{i,j}$, яка виражається цифрами 1, 2, 3, ..., n .

Оскільки думка кожного спеціаліста має суб'єктивний характер, то ступінь узгодженості результатів ранжування групи експертів можливо оцінити коефіцієнтом конкордації W .

Коефіцієнт конкордації розраховується за наступною формулою:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)}; \quad 0 \leq W \leq 1.$$

Істотність значення W визначається за допомогою критерію χ^2_w .

Значення χ^2_w порівнюється з табличним (χ^2_w) за заданого рівня значимості і числі ступенів свободи $f=n-1$.

За $\chi^2_w \geq \chi^2_{(f)}$ – ступінь узгодженості між дослідниками не визиває сумнівів.

**СЕКЦІЯ 6
«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»**

УДК 531/534

ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ ТА СИЛОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧАХ ТЕОРІЇ ПОТЕНЦІАЛЬНОГО СИЛОВОГО ПОЛЯ

студ. Лещенко О.А., к. т. н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Визначимо сили та силові функції в задачах теорії потенціального силового поля. Для цього розглянемо дві основні задачі, що виникають в теорії потенціального силового поля. Вони полягають у тому, щоб:

1) за заданою силою, яка діє на матеріальну точку, визначити силову функцію;

2) за відомою силовою функцією визначити силу.

Перша з цих задач розв'язується просто. Інтегруючи рівняння

$$d'A = dU \quad (1),$$

визначаємо силову функцію $U = \int d'A + C$ з точністю до адитивної сталої C .

Щоб розв'язати другу задачу, знову скористаємося співвідношенням (1).

При цьому елементарну роботу виразимо ($A = \int_{M_0}^M \vec{F} \cdot \vec{dr} =$

$$= \int_{M_0}^M (F_x dx + F_y dy + F_z dz)), \text{ а повний диференціал силової функції трьох}$$

змінних $U(x, y, z)$ подамо у розгорнутому вигляді:

$$d'A = \vec{F} \cdot \vec{dr} = F_x dx + F_y dy + F_z dz,$$

$$dU(x, y, z) = \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + \frac{\partial U}{\partial z} dz.$$

$$\text{Оскільки } d'A = dU, \text{ то } F_x dx + F_y dy + F_z dz = \frac{\partial U}{\partial x} dx + \frac{\partial U}{\partial y} dy + \frac{\partial U}{\partial z} dz.$$

Останню рівність перепишемо так:

$$(F_x - \frac{\partial U}{\partial x})dx + (F_y - \frac{\partial U}{\partial y})dy + (F_z - \frac{\partial U}{\partial z})dz = 0$$

Оскільки диференціали dx, dy, dz довільні та лінійно незалежні, то в цій рівності коефіцієнти при диференціалах мають дорівнювати нулю. Звідси

$$F_x = \frac{\partial U}{\partial x}; F_y = \frac{\partial U}{\partial y}; F_z = \frac{\partial U}{\partial z} \quad (2).$$

Очевидно, що $\vec{F} = \vec{i} \frac{\partial U}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial U}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial U}{\partial z}$.

Як відомо з векторного числення

$$\vec{F} = \overline{\text{grad}}U = \nabla U \quad (3).$$

Якщо в потенціальному силовому полі рухається система із n матеріальних точок, то за допомогою формул (2) і (3) записаних для кожної точки системи, легко встановити аналогічний критерій існування силової функції.

Користуючись властивістю других змішаних частинних похідних від силової функції $U(x, y, z)$ за змінними x, y, z , дістанемо

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial x}; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial^2 U}{\partial z \partial x}; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = \frac{\partial^2 U}{\partial z \partial y}.$$

або, враховуючи вирази (2), отримаємо

$$\frac{\partial F_x}{\partial y} = \frac{\partial F_y}{\partial x}; \quad \frac{\partial F_x}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial x}; \quad \frac{\partial F_y}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial y}.$$

У векторній формі отримані умови наберуть вигляду:

$$\overline{\text{rot}}F = \vec{i} \left(\frac{\partial F_x}{\partial y} - \frac{\partial F_y}{\partial x} \right) + \vec{j} \left(\frac{\partial F_x}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial x} \right) + \vec{k} \left(\frac{\partial F_y}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial y} \right) = 0.$$

Ці рівності є необхідними і достатніми аналітичними умовами існування силової функції $U(x, y, z)$.

Перелік посилань:

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: Підруч. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
2. Павловський М. А., Акинфиева Л. Ю., Бойчук О. Ф. Теоретическая механика. Динамика. – К.: Вища шк., 1990. – 480 с.
3. Павловський М. А., Акинфиева Л. Ю., Бойчук О. Ф. Теоретическая механика. Статика. Кинематика. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. – 351 с.
4. Павловський М. А., Заплатний В. І. Аналітична механіка: Навч. посібник. – К.: НМК ВШ, 1990. – 144 с.
5. Павловський М. А., Путята Т. В. Теоретическая механика. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 328 с.
6. Савин Г. Н., Путята Т. В., Фрадлин Б. Н. Курс теоретической механики. – К.: Вище шк., 1973. – 359 с.

ЗВ'ЯЗОК КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТІЛА З ОСНОВНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ

студент Пінчук А.Є., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Щоб підтвердити глибокі зв'язки між основними динамічними величинами, покажемо на прикладі твердого тіла, що теорему про зміну кінетичної енергії можна вивести із співвідношення

$$2T = \vec{Q} \cdot \vec{v}_0 + \overline{K}_0 \cdot \vec{\omega}.$$

Здиференціюємо ліву і праву частини цієї рівності, вибравши полюс у центрі мас:

$$2 \frac{dT}{dt} = \frac{d\vec{Q}}{dt} \cdot \vec{v}_c + \vec{Q} \cdot \frac{d\vec{v}_c}{dt} + \frac{d\overline{K}_c^\omega}{dt} \cdot \vec{\omega} + \overline{K}_c^\omega \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt}. \quad (1)$$

Використовуючи, що, $\vec{Q} = m\vec{v}_c$, $\frac{d\vec{Q}}{dt} = \overline{F}^e$, отримуємо, що

$$\frac{d\vec{Q}}{dt} \cdot \vec{v}_c = m \frac{d\vec{v}_c}{dt} \cdot \vec{v}_c = \vec{Q} \cdot \frac{d\vec{v}_c}{dt} = \overline{F}^e \cdot \vec{v}_c.$$

З нього маємо :

$$\frac{d\vec{Q}}{dt} \cdot \vec{v}_c + \vec{Q} \cdot \frac{d\vec{v}_c}{dt} = 2\overline{F}^e \cdot \vec{v}_c. \quad (2)$$

Покажемо, що аналогічно має місце таке саме співвідношення для кінетичного моменту:

$$\frac{d\overline{K}_c^\omega}{dt} \cdot \vec{\omega} + \overline{K}_c^\omega \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt} = 2\overline{M}_c^e \cdot \vec{\omega}. \quad (3)$$

Справді, згідно з теоремою про зміну кінетичного моменту системи, дістанемо:

$$\frac{d\overline{K}_c^\omega}{dt} \cdot \vec{\omega} = \overline{M}_c^e \cdot \vec{\omega}.$$

Залишається дослідити чому дорівнює вираз $\overline{K}_c^\omega \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt}$. Його подамо через суму добутків відповідних проекцій:

$$\overline{K}_c^\omega \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt} = K_{cx}^\omega \frac{d\omega_x}{dt} + K_{cy}^\omega \frac{d\omega_y}{dt} + K_{cz}^\omega \frac{d\omega_z}{dt}.$$

Для головних осей інерції, $K_{Cx}^\omega = I_x \omega_x$, $K_{Cy}^\omega = I_y \omega_y$, $K_{Cz}^\omega = I_z \omega_z$. Вони є постійними, тому їх можна внести під знак похідної. Тоді:

$$\overline{K_C^\omega} \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \omega_x \frac{dK_{Cx}^\omega}{dt} + \omega_y \frac{dK_{Cy}^\omega}{dt} + \omega_z \frac{dK_{Cz}^\omega}{dt}.$$

Підставивши (2) і (3) в (1), отримаємо

$$2 \frac{dT}{dt} = 2 (\overline{F^e} \cdot \vec{v}_c + \overline{M_C^e} \cdot \vec{\omega}). \quad (4)$$

Це є подвоєна потужність зовнішніх сил:

$$\overline{F^e} \cdot \vec{v}_c + \overline{M_C^e} \cdot \vec{\omega} = 2N^e.$$

Отже, (4) приймає вигляд

$$\frac{dT}{dt} = \overline{F^e} \cdot \vec{v}_c + \overline{M_C^e} \cdot \vec{\omega} = N, \text{ або } dT = N dt = d'A.$$

Отримані співвідношення підтверджують зв'язок кінетичної енергії тіла з основними динамічними величинами.

Використана література.

1. Павловський М.А. Теоретична механіка: підр. – К.: Техніка, 2002. – 512с.
2. Ларин В.Б. Статистические задачи виброзащиты. – К.: Наук, думка, 1974 – 128с.
3. Ньютон И. Математические начала натуральной философии: Собр. тр. /А.Н. Крылов. – М.; Л.: Изд-во КГУ, 1973. – 192с.

ПОБУДОВА МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ, ЯКІ Є АНАЛОГАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ

студ. Калюжний Д.В., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Дослідимо питання про побудову механічних систем, які є аналогами електричної. Для цього розглянемо електричне коло на рис.1.

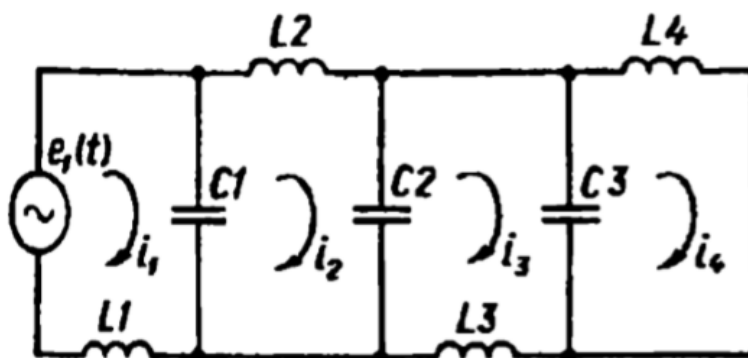


Рисунок – 1

Воно має чотири степеня вільності; за узагальнені координати візьмемо кількості електрики (заряди) $q_1^e, q_2^e, q_3^e, q_4^e$, тоді узагальненими швидкостями будуть сили струмів i_1, i_2, i_3, i_4 в контурах.

Енергія магнітного поля T_1^e і енергію електричного поля Π_1^e :

$$\begin{aligned} T_1^e &= \frac{1}{2} \left[L_1 (\dot{q}_1^e)^2 + L_2 (\dot{q}_2^e)^2 + L_3 (\dot{q}_3^e)^2 + L_4 (\dot{q}_4^e)^2 \right]; \\ \Pi_1^e &= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{C_1} (q_1^e - q_2^e) + \frac{1}{C_2} (q_2^e - q_3^e) + \frac{1}{C_3} (q_3^e - q_4^e) \right], \end{aligned} \quad (1)$$

(функція розсіювання енергії Φ_1^e дорівнює нулю, так як в схемі немає омичних опорів);

Відповідні рівняння Лагранжа-Максвелла після підстановки в них (1) будуть

$$\begin{aligned} L_1 \ddot{q}_1^e + \frac{1}{C_1} (q_1^e - q_2^e) &= e_1(t); L_2 \ddot{q}_2^e - \frac{1}{C_1} (q_1^e - q_2^e) + \frac{1}{C_2} (q_2^e - q_3^e) = 0; \\ L_3 \ddot{q}_3^e - \frac{1}{C_2} (q_2^e - q_3^e) + \frac{1}{C_3} (q_3^e - q_4^e) &= 0; L_4 \ddot{q}_4^e - \frac{1}{C_3} (q_3^e - q_4^e) = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Користуючись таблицею аналогових величин в електромеханічних системах, отримуємо, що індуктивність L відповідає узагальнений коефіцієнт інерції a , який може бути масою при поступальних коливаннях або моментом інерції при кутових коливаннях, інверсійній ємності — узагальнена жорсткість (лінійна чи жорсткість на скручування). Отже, отримуємо дві системи рівнянь коливання — поступальних і кутових.

Рівняння поступальних коливань матимуть вигляд:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + c_1 (x_1 - x_2) &= P_1(t); m_2 \ddot{x}_2 - c_1 (x_1 - x_2) + c_2 (x_2 - x_3) = 0; \\ m_3 \ddot{x}_3 - c_2 (x_2 - x_3) + c_3 (x_3 - x_4) &= 0; m_4 \ddot{x}_4 - c_3 (x_3 - x_4) = 0, \end{aligned} \quad (3)$$

а рівняння крутильних коливань дисків на пружному валу:

$$\begin{aligned} I_1 \ddot{\varphi}_1 + c_1^{kp} (\varphi_1 - \varphi_2) &= M_1(t); I_2 \ddot{\varphi}_2 - c_1^{kp} (\varphi_1 - \varphi_2) + c_2^{kp} (\varphi_2 - \varphi_3) = 0; \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 - c_2^{kp} (\varphi_2 - \varphi_3) + c_3^{kp} (\varphi_3 - \varphi_4) &= 0; I_4 \ddot{\varphi}_4 - c_3^{kp} (\varphi_3 - \varphi_4) = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Системі рівнянь (3) відповідає така механічна система (зв'язка вагонів — потяг) (рис. 2) або система крутильних коливань, що зображена на рис 3.

Для обох механічних систем (рис. 2, 3) можна навести аналог електричного кола за схемою "сила-струм". Відповідне рівняння руху має вигляд

$$\begin{aligned} C_1 \ddot{U}_1 + \frac{1}{L_1} (U_1 - U_2) &= \frac{di}{dt}; C_2 \ddot{U}_2 - \frac{1}{L_1} (U_1 - U_2) + \frac{1}{L_2} (U_2 - U_3) = 0; \\ C_3 \ddot{U}_3 - \frac{1}{L_2} (U_2 - U_3) + \frac{1}{L_3} (U_3 - U_4) &= 0; C_4 \ddot{U}_4 - \frac{1}{L_3} (U_3 - U_4) = 0. \end{aligned}$$

і схема цього кола показана на рис. 4.

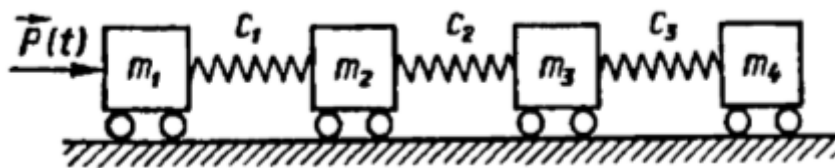


Рисунок – 2

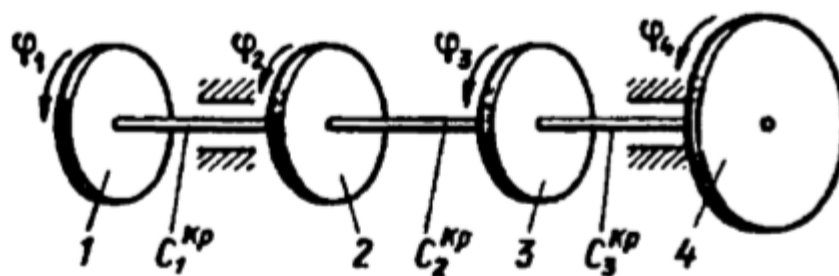


Рисунок – 3

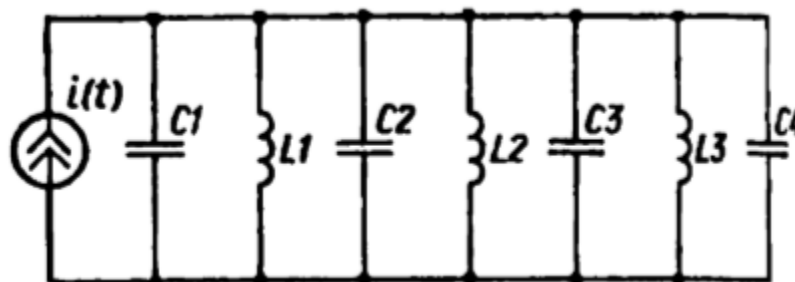


Рисунок – 4

Очевидно, що схеми кола (рис. 4, 5) еквівалентні з точки зору диференціальних рівнянь і коливальних процесів. Перше коло (рис. 4) — це коло з активним елементом — електрорушійною силою $e_1(t)$, а друге (рис. 5) — це коло з активним елементом — джерелом струму $i(t)$.

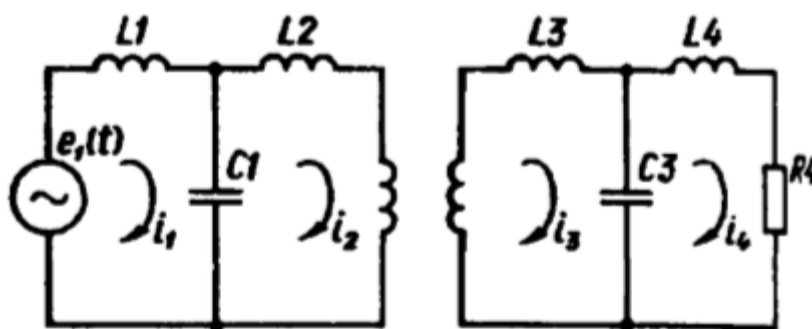


Рисунок – 5

Висновок: можна розв'язувати задачі про еквівалентні перетворення електричних схем з активними елементами — джерелами електрорушійних сил $e_1(t)$ до схем кіл з активними елементами — джерелами струмів $i(t)$.

Список літератури.

1. Павловський М.А. Теоретична Механіка. Підр., К.: Техніка, 2002, 510 с.
2. Кільчевський Н. А. Курс теоретичної механіки: В 2 т. — М.: Наука, 1972 1977. — Т. 1. — 456 с.; Т. 2. — 462 с.

3. УДК 531/534

**СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ ОСНОВНИМИ
ДИНАМІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ**

студ. Котенко Д.В., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Метою аналітичного дослідження є показати, що основні динамічні величини задовольняють таке співвідношення:

$$2T = \vec{Q} \cdot \vec{v}_0 + \vec{K}_0 \cdot \vec{\omega}. \quad (1)$$

Так як $\vec{Q} = m\vec{v}_c$, $\vec{K}_0 = m \cdot \vec{\rho}_{0c} \cdot \vec{v}_0 + \vec{K}_0^\omega + \vec{K}_0^n$, $\vec{v}_i = \vec{v}_0 + \vec{\omega} \cdot \vec{\rho}_0$,

то після певних математичних перетворень, отримаємо

$$\vec{Q} \cdot \vec{v}_0 + \vec{K}_0 \cdot \vec{\omega} = m \cdot (\vec{v}_0 + \vec{\omega} \times \vec{\rho}_c) \cdot \vec{v}_0 + m \cdot (\vec{\rho}_c \times \vec{v}_0) \cdot \vec{\omega} + \vec{K}_0^\omega \cdot \vec{\omega}, \text{ або}$$

$$\vec{Q} \cdot \vec{v}_0 + \vec{K}_0 \cdot \vec{\omega} = m \cdot v_0^2 + 2 \cdot m \cdot \vec{v}_0 \cdot (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_c) + \vec{K}_0^\omega \cdot \vec{\omega}$$

Розглянемо детальніше останній скалярний добуток з урахуванням \vec{K}_0^ω :

$$\vec{K}_0^\omega \cdot \vec{\omega} = [\sum_{i=1}^n \vec{\rho}_i \times m_i (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i)] \cdot \vec{\omega} = \sum_{i=1}^n m_i [\vec{\rho}_i \times (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i)] \cdot \vec{\omega}, \text{ або}$$

$$\vec{K}_0^\omega \cdot \vec{\omega} = \left[\sum_{i=1}^n m_i \cdot (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i) \cdot (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i) \right] = \sum_{i=1}^n m_i \cdot (\vec{\omega} \times \vec{\rho}_i)^2$$

В результаті отримуємо:

$$\vec{K}_0^\omega \cdot \vec{\omega} = 2T_0^\omega.$$

Зводимо все в одне рівняння і отримуємо:

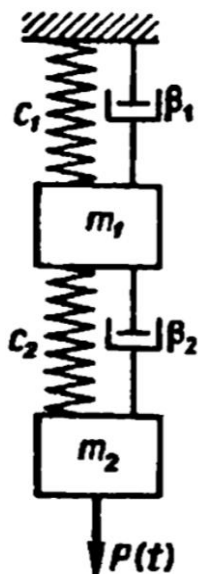
$$\vec{Q} \cdot \vec{v}_0 + \vec{K}_0 \cdot \vec{\omega} = m \cdot v_0^2 + 2 \cdot m \cdot \vec{v}_0 \cdot (\vec{\rho}_c \cdot \vec{\omega}) + 2T_0^\omega = 2T. \quad (2)$$

Отже, (1) або (2) – співвідношення, яке дає можливість охарактеризувати механічний рух твердого тіла. Дійсно, дві міри механічного руху: кількість руху і кінетична енергія у світлі діелектричного матеріалізму є основними мірами механічного руху системи матеріальних точок. Як видно з формули, кількість руху \vec{Q} і кінетичний момент \vec{K}_0 у своїй сукупності дають характеристику механічного руху твердого тіла й повністю пов'язані з кінетичною енергією тіла.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ДВОХ ТЯГАРІВ, З'ЄДНАНИХ МІЖ СОБОЮ

студ. Ткачук М.В., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

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



Складемо рівняння коливань двох тягарів масами m_1 і m_2 , що з'єднані між собою так, як показано на рис. 1. До маси m_2 прикладена сила збурення $P(t)$. Жорсткості пружин c_1 і c_2 , а коефіцієнти демпфірування β_1 і β_2 .

Ця механічна система має два степеня вільності. За узагальнені координати приймемо відхилення x_1 і x_2 тягарів від положення рівноваги. Кінетична і потенціальна енергії та функція розсіювання відповідно

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{x}_2^2,$$

Рис. 1

$$\Pi = \frac{1}{2} c_1 x_1^2 + \frac{1}{2} c_2 (x_1 - x_2)^2, \quad (1)$$

$$\Phi = \frac{1}{2} \beta_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} \beta_2 (\dot{x}_1 - \dot{x}_2)^2.$$

Рівняння Лагранжа мають вигляд

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} &= - \frac{\partial \Pi}{\partial x_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{x}_1}, \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} &= - \frac{\partial \Pi}{\partial x_2} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{x}_2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Підставивши (1) в (2), матимемо

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + (\beta_1 + \beta_2) \dot{x}_1 + (c_1 + c_2) x_1 - \beta_2 \dot{x}_2 - c_2 x_2 &= 0, \\ m_2 \ddot{x}_2 + \beta_2 \dot{x}_2 + c_2 x_2 - \beta_2 \dot{x}_1 - c_2 x_1 &= P(t). \end{aligned} \quad (3)$$

За аналогією "сила - напруга", користуючись таблицею аналогових величин в електромеханічних системах, отримаємо такі диференціальні рівняння електричних коливань

$$\begin{aligned} L_1 \ddot{q}_1^e + (R_1 + R_2) \dot{q}_1^e + \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) q_1^e - R_2 \dot{q}_2^e - \frac{1}{C_2} q_2^e &= 0, \\ L_2 \ddot{q}_2^e + R_2 \dot{q}_2^e + \frac{1}{C_2} q_2^e - R_2 \dot{q}_1^e - \frac{1}{C_2} q_1^e &= e_2(t), \end{aligned} \quad (4)$$

де q_1^e, q_2^e – кількості електрики, $\dot{q}_1^e = i_1, \dot{q}_2^e = i_2$.

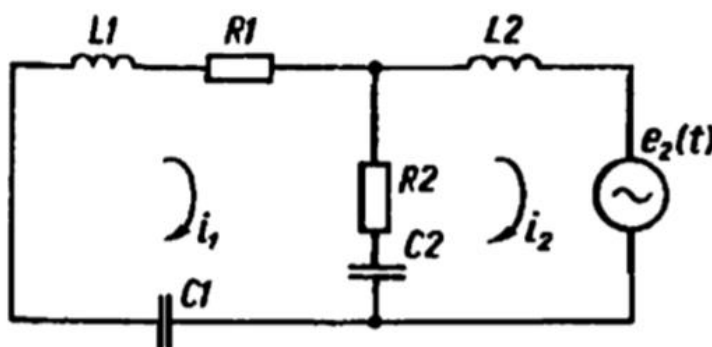


Рисунок – 2

Рівняння (4) описують коливання кола, зображеного на рис. 2.

Це електричне коло зручніше будувати не за допомогою рівнянь (4), а за виразами для енергії магнітного T_1^e , звідки знаходимо індуктивності в кожному контурі, та електростатичного Π_1^e поля і функції розсіювання, звідки маємо ємність C_1 першого контуру і ємність C_2 , що є спільною для обох контурів та опір R_1 першого контуру і R_2 - спільний опір для обох контурів.

Список використаної літератури

1. Павловський М. А. Теоретична механіка. Підр., К.: Техніка, 2002, 510с.
2. Кильчевский Н. А. Курс теоретической механики: В 2 т.–М.: Наука, 1972-1977.–Т. 1.–456с.: Т. 2.–462с.
3. Лойцянский Л. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики: В 2 т.– М.: Наука, 1984.– Т. 1.–352 с.; Т. 2. – 640с.

ТРИБОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

к.т.н., доц. Радько О. В.¹, к.т.н., А. К. доц. Скуратовський А.К.²

1–Національний авіаційний університет

2–Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Підвищення вимог до довговічності сучасних машин хімічної і нафтопереробної галузей стимулює розробку нових матеріалів з підвищеними властивостями. Перспективними зараз є полімерні композиційні матеріали (ПКМ), велика кількість яких створюється завдяки можливості варіювання композицій основи та наповнювачів. Однак, широке впровадження їх у виробництво стримується відсутністю експериментальних даних стосовно експлуатаційних властивостей новостворених ПКМ.

Проведені дослідження триботехнічних характеристик таких ПКМ: Zellamid 202 MO; PE-1000 PolystoneM; SustadurPETGLD 130. Дослідження проводили без мастильного середовища за наступних умов: зусилля притискання – 200...500Н; швидкість ковзання – 0,4 м/с; шлях тертя – 1000 м. Зразки з ПКМ притискалися до роликів-контртіл зі сталі 45. Розраховували вагову інтенсивність зношування в кг/см² на 1000 м шляху тертя. Також безперервно вимірювалася та реєструвалася сила тертя. Коефіцієнт тертя розраховувався як частка від ділення сили тертя на зусилля притискання. Найкращу зносостійкість показав SustadurPETGLD 130 з інтенсивністю зношування $2,3 \cdot 10^{-5}$ кг/см² на 1000 м шляху тертя. У порядку зменшення зносостійкості матеріали розташовуються так: Zellamid 202 MO, PE-1000 Polystone M. Значення коефіцієнтів тертя досліджуваних ПКМ при зусиллі притискання $P=200$ Н лежать у межах 0,079...0,102, а порядок розташування матеріалів за критерієм збільшення коефіцієнтів тертя є аналогічним їх розташуванню за збільшенням інтенсивності зношування.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

**«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ
І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ» 5**

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛЕННЯ МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА	
Манастирний М.М., Корнієнко Я.М., Любека А.М.	6
РОТОРНО-ПЛІВКОВИЙ ВИПАРНИЙ АПАРАТ	
Бишко М.А., Зубрій О.Г.	9
ТИСК ТА КОЛИВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРИ КАСКАДНІЙ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ	
Великоіваненко С.П., Швед М.П., Швед Д.М.	11
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНОГО МЕХАНІЗМУ ПРИ ОБРОБЦІ ДИСПЕРСНИХ СЕРЕДОВИЩ	
Гоженко Л.П., Коник А.В., Радченко Н.Л.	13
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІЕТИЛЕН- КАУЧУКОВИХ КОМПОЗИЦІЙ	
Гоцький Я.Г., Двойнос Я.Г.	15
НЕОДНОРІДНЕ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ	
Денисенко В.Р., Корнієнко Я.М.	17
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ	
Довгаль О.О., Корінчук Д.М.	20
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК	
Новодворський В.В., Степанюк А.Р.	22
ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ТА СПОСОБУ ВИДАЛЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ЗАБРУДНЕНЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ	
Орленко А.Ю., Степанюк А.Р.	24
РОТОРНО-ПЛІВКОВИЙ ВИПАРНИЙ АПАРАТ	
Осадчий В.О., Зубрій О.Г.	26
КЛАСИФІКАЦІЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН	
Панченко Д.М.; Семінський О.О.	28
ПОСТАНОВКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	
Подиман Г.С., Двойнос Я.Г.	30
ОРІЄНТУВАННЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ В ПРОЦЕСІ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ КРУГЛИХ СТОВПЧИКІВ	
Пригорницький Т.М., Андреев І.А.	32
ТРУБИ ЗІ СПІНЕНОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ	
Сацердотов А.О., Двойнос Я.Г.	34
ОСОБЛИВОСТІ МАСООБМІНУ ПРИ РЕГЕНЕРАЦІЇ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ РЕЖИМІ	
Симан І. В., Гулієнко С.В.	36

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КАВІТАЦІЙНОГО ДИСПЕРГУВАННЯ НА ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ЧАСТИНОК ВУГІЛЛЯ ВОДНО- ВУГІЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ	
Щепкін В.І., Целень Б.Я., Коник А.В., Радченко Н.Л.	38
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА	
Шматок О.І.	40
КЛАСИФІКАЦІЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН	
Панченко Д.М.; к.т.н., доц. Семінський О.О.	42
СЕКЦІЯ 2	
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»	
	44
ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ ПІНОГАСИТЕЛІВ У ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Косенко В.В., Семінський О.О.	45
ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬЧОЇ РЕШІТКИ АПАРАТУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ	
Маргарян А.А., Марчевський В.М.	47
ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТУ В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА МАКУЛАТУРНОЇ МАСИ ДЛЯ ГОФРОКАРТОНУ	
Онищенко Д.М., Семінський О.О.	49
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНЕНТІВ НА ВЛАСТИВОСТІ КАРТОНУ З НАПОВНЮВАЧЕМ ЦЕОЛІТОМ	
Телестакова В.В., Марчевський В.М.	52
СЕКЦІЯ 3	
«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»	
	54
ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИННИХ СОРБЕНТІВ	
Білявський С.О., Галиш В.В.	55
ВОЛОКНИСТІ НАПІВФАБРИКАТИ ІЗ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ	
Васильєва О.А., Коваленко А.В., Машкара А.О. Кошленко О.В., Трембус І.В.	57
ОТРИМАННЯ ОРГАНСОЛЬВЕНТНОЇ ЛЬНЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ ДЛЯ ХІМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ	
Кедровська А.М., Яценко О. В., Барбаш В.А.	59
ПРОЦЕС ОКИСНЕННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ	
Коваленко О.Д., Дейкун І.М., Барбаш В.А.	61
ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ ПЕРОКСООЦТОВОЮ КИСЛОТОЮ	
Конотопчик А.В., Букіна Я.І., Березовський Г.Г., Кекух М. В., Войтович О.М., Трембус І.В.	63

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОДИ ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ	
Марущак Ю. А., Іванова В.П.	65
ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНА СИРОВИНА	
Мітько А.В., Черьопкіна Р.І.	68
ВПЛИВ ЛУЖНОЇ ОБРОБКИ НА НАДМОЛЕКУЛЯРНУ СТРУКТУРУ ЦЕЛЮЛОЗИ	
Опольський В. А., Яценко О. В., Барбаш В. А.	70
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРБЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД ІОНІВ АМОНІЮ	
Петриченко А. І., Кійченко О. Ю., Трус І. М.	72
ОКИСНО-ОРГАНΟΣОЛЬВЕНТНЕ ВАРІННЯ ПШЕНИЧНОЇ СОЛОМИ	
Попадинець А.В., Соколовська Н.В., Трембус І.В.	74
МОДИФІКОВАНІ ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНІ СОРБЕНТИ	
Почечун Т.П., Галиш В.В.	76
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАПІРНОГО ЯЩИКА	
Рудзей Ф.П., Остапенко А.А.	78
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАПІРНОГО ЯЩИКА ФОРМУВАННЯ КАРТОННОГО ПОЛОТНА НА ВАКУУМ-ФОРМЕРАХ	
Рудзей Ф.П., Скорик П.В., Личак Р.Г., Трембус І.В.	80
ФОСФОРИЛЮВАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ	
Свіріда А.І., Галиш В.В.	82
ПРОБЛЕМА ДОВГОВІЧНОСТІ ПАПЕРУ ТА СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	
Ткаченко О.В., Остапенко А.А.	84
ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ МАЦЕРОВАНОЇ СІЧКИ	
Шишкіна С. О., Черьопкіна Р.І.	86
ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ПАРАМЕТР ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК	
Якименко О.В., Плосконос В.Г.	88
СЕКЦІЯ 4	
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»	
ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ ТА СИЛОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧАХ ТЕОРІЇ ПОТЕНЦІАЛЬНОГО СИЛОВОГО ПОЛЯ	
Лещенко О.А., Штефан Н.І.	91
ЗВ'ЯЗОК КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТІЛА З ОСНОВНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ	
Пінчук А.С., Штефан Н.І.	93
ПОБУДОВА МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ, ЯКІ Є АНАЛОГАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ	
Калюжний Д.В., Штефан Н.І.	95

**СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ ОСНОВНИМИ
ДИНАМІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ**

Котенко Д.В., Штефан Н.І. 98

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ДВОХ ТЯГАРІВ, З'ЄДНАНИХ МІЖ
СОБОЮ**

Ткачук М.В., Штефан Н.І. 99

**ТРИБОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛІМЕРНИХ
КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Радько О. В., Скуратовський А.К. 101

Рішення

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

На заключному пленарному засіданні конференції було прийнято наступне рішення:

1. Роботу Ради молодих вчених Інституту технічної теплофізики ІТТФ НАН України, Організаційного комітету Національного технічного університету України «КПІ», та Програмний комітет з підготовки та проведення заходів у рамках міжнародної науково-практичної конференції «РЕСУРСОЕНЕРГО-ЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ» схвалити.

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

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

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

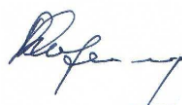
5. Видати збірник праць конференції.

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

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

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедру машин та апаратів
хімічних і нафтопереробних виробних
виробництва
нієнко



Я.М.Корнієнко

**Підписано до друку 29.11.2017 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 4,4
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 2911/02.**

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