

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут Газу НАН України

ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ

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

Грузинський технічний університет

Тверський державний технічний університет

***Пам’яті
професора кафедри МАХНВ
доктора технічних наук
Радченко Леоніда Борисовича***

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

15-16 травня 2013р.

Київ

Збірник тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (15-16 травня 2013р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 115 с.

*Пам'яті
професора кафедри МАХНВ
доктора технічних наук
Радченко Леоніда Борисовича*

**Збірник тез доповідей IV 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 № 2
від 23 квітня 2013 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 10
від 11 квітня 2013 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ) № 797 від 11.12.2012 р.

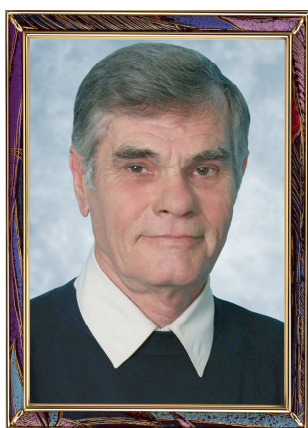
ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

ОГРАГНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

***Пам'яті видатного вченого,
д.т.н., професора кафедри МАХНВ
Радченка Леоніда Борисовича
присвячується***



Початок підготовки до організації цього річної конференції співпав з сумною датою – 22 лютого 2013 року виповнилося п'ять років з дня смерті Леоніда Борисовича Радченка, людини, яка уособлювала наукову роботу кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв, Тривалий час він був вченим секретарем кафедри, заступником завідувача кафедри, членом вченої ради факультету, членом двох спеціалізованих рад із захисту докторських дисертацій, членом експертної ради ВАК України.

На його доля випало цікаве і плідне життя. Леонід Борисович народився 6 березня 1942 року в у місті Кролевець Сумської області. Там він закінчив 7 класів і продовжив навчання в Кролевецькому промисловому технікумі, після закінчення якого працював на цегельному заводі змінним майстром. З 1961 по 1964 рр. служив у армії, далі навчався на факультеті хімічного машинобудування КПІ. Закінчивши у 1969 році навчання, два роки працював інженером-конструктором Київського заводу "Більшовик", а в 1970 р. вступив до аспірантури КПІ. З 1973 р. Леонід Борисович переходить на викладацьку роботу: спочатку асистентом, з 1980 р. – старший викладач, з 1983 р. – доцент, а з 1994 р. – професор. У період з 1977 по 1978 рр. перебував на науковому стажуванні у Німеччині.

Протягом усього періоду роботи в університеті Леонід Борисович на високому рівні викладав різні навчальні дисципліни, основними з яких є: "Процеси та апарати хімічних виробництв", "Обладнання для виробництва та переробки полімерів", "Моделювання процесів переробки полімерів",

“Реактори в хімічній промисловості”, він заснував курс «Моделювання процесів перенесення в обладнанні хімічних виробництв», який на сьогодні є ключовим у підготовці магістрів кафедри.

Педагогічна робота Л.Б.Радченка була нерозривно пов’язана з науковими дослідженнями, результатом яких стали розробка і впровадження у виробництво принципово нового обладнання для переробки полімерів – каскадних і комбінованих екструдерів. У 1974 році він захистив кандидатську, а в 1992 р. – докторську дисертацію. Л.Б.Радченко був відомим ученим у галузі переробки полімерних матеріалів, а розроблені ним математичні моделі черв’ячної екструзії в циліндричній системі координат були справжнім проривом в цій галузі і досі залишаються актуальними.

Під керівництвом Л.Б.Радченка захищено три кандидатських дисертації та підготовлено до захисту докторську дисертацію, яка була успішно захищена вже після смерті вченого. За його безпосередньою участю також підготовлено понад півтори тисячі висококваліфікованих бакалаврів, інженерів-механіків, магістрів. Він автор понад 150 друкованих праць, у тому числі 4 монографій, 5 навчальних посібників, 30 авторських свідоцтв і патентів на винаходи і корисні моделі. Леонід Борисович проводив активну роботу щодо впровадження найновіших комп’ютерних технологій у навчальний процес.

Всі, кому пощастило бути знайомим з Л.Б.Радченка, згадують про нього, як про талановиту, доброзичливу, толерантну, справедливую, працелюбну, інтелігентну, надійну і скромну людини, справжнього професіонала та свідомого громадянина України.

Цю конференцію учні та колеги Леоніда Борисовича присвячують його пам’яті.

СЕКЦІЯ 1

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

УДК 621.21

СТРУМЕНЕВО-БАРБОТАЖНИЙ РЕЖИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ

д.т.н., професор, Корнієнко Я.М., магістранти Мельник М.П.,
Гайдай С.С., Семененко Д.С., інженер III кат. Мартинюк О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес зневоднення і грануляції є багатофакторним процесом ефективність якого залежить від гідродинаміки псевдозрідженого шару. Найбільш повно забезпечує ці умови струменево псевдозрідження, якщо висота пробою струменя співпадає з висотою псевдозрідженого шару в апараті[1].

У випадку зневоднення розчинів сульфату амонію відношення псевдозрідженого шару до приведенного діаметру апарата $\frac{H}{D_0} > 2,5$ [2, 3].

Для забезпечення активного гідродинамічного режиму запропонований колосниковий газорозподільний пристрій з коефіцієнтом живого перетину 5% та коефіцієнтом гідравлічного опору $\xi = 2 \pm 0,2$.

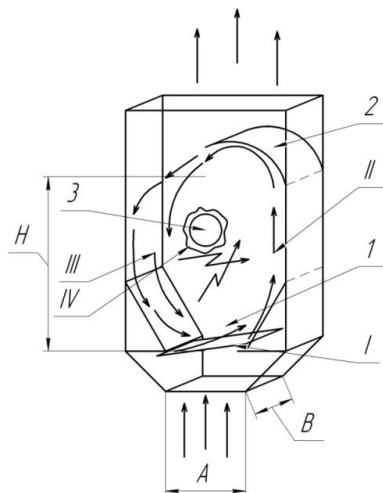
Встановлення направляючого розподільника 2 в камері гранулятора, рис. 1, дозволяє створити струменево-барботаажний режим псевдозрідження. В результаті в апараті створено циркуляційне перемішування у вертикальній площині, при інтенсивному пульсаційному перемішуванні матеріалу в горизонтальній площині, внаслідок переміщених газових бульбашок великого розміру, через зону зрошення IV.

Ідея полягає у створенні вертикального направленою струменя та формування газових бульбашок, які забезпечують активний обмін частинок в шарі між зонами зрошення, інтенсивного теплообміну та релаксації.

Інтенсивність процесу зневоднення рідких систем визначається питомим навантаженням поверхні зернистого матеріалу в шарі за вологою a_f при заданому температурному режимі.

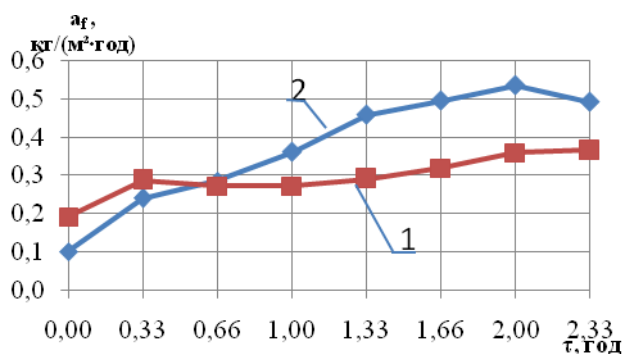
Так, максимальне значення цього параметра для струменно-барботаажного режиму $a_f = 0,53 \frac{\text{кг вологою}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$, рис. 2, крива 2, в порівнянні із барботаажним $a_f = 0,36 \frac{\text{кг вологою}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$.

Такий характер зміни $a_f = f(\tau)$, рис. 2, крива 2, досягнуто завдяки збільшенню теплоти підведеної до псевдозрідженого шару при збільшенні робочої швидкості теплоносія W_p і температурного перепаду ΔT .



- 1 – газорозподільний пристрій, 2 – направляючий розподільник,
 3 – введення робочого розчину до диспергатора
 I – зона інтенсивного теплообміну, II – зона вертикального руху,
 III – зона низхідного потоку, спрямованого направляючим розподільником 2, IV – зона зрошення

Рисунок 1 - Схема руху зернистого матеріалу в апараті при струменево-барботажному псевдозрідженні

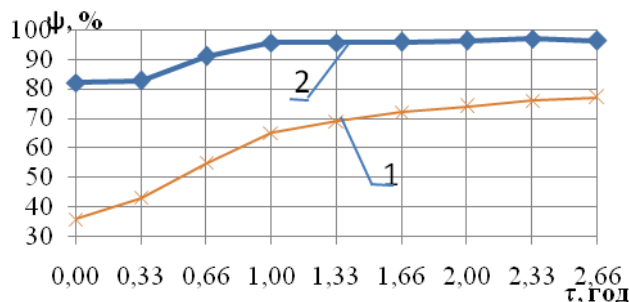


1 – звичайний ГРП, 2 – з новим ГРП

Рисунок 2 - Динаміка залежності питомого навантаження апарату за вологою $a_f = f(\tau)$

Інтегральною оцінкою ефективності процесу є коефіцієнт гранулоутворення, який показує масовий відсоток поданих до апарату з розчином сухих речовин, які зумовлюють збільшення розмірів гранул.

Динаміка зміни цього параметра, рис. 7, крива 2, показує, що при $a_f > 0,3 \frac{\text{кг вологою}}{\text{м}^3 \cdot \text{год}}$ коефіцієнт гранулоутворення набуває значень $\psi = 90 \div 95\%$



1 – звичайний ГРП, 2 – новий ГРП

Рисунок 3 - Динаміка зміни коефіцієнта гранулоутворення $\psi = f(\tau)$

Порівняння залежностей $\psi = f(\tau)$, для різних режимів гідродинаміки показує, що для барботажного режиму $\psi = f(\tau)$, рис.3, крива 1, що в стаціонарному режимі спостерігається зменшення цього показника на 20÷25%, рис. 3.

Струменево-барботаажний режим псевдозрідження при одержанні азотно-гумінових добрив із заданими властивостями показав високу ефективність, через збільшення питомого навантаження a_f до $0,53 \frac{\text{кг волози}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$.

Застосування комплексного підходу до організації взаємодії твердої та газової фаз через зміну конструкцій газорозподільного пристрою та камери гранулятора дозволило реалізувати струменево-імпульсний режим гідродинаміки.

Для визначення впливу технологічних параметрів доцільне проведення додаткових дослідів, результати можуть бути використані при розробленні нового обладнання.

Перелік посилань:

1. Бувеч Ю.А. Струйное псевдоожигение / Ю.А. Бувеч, Г.А. Минаев // - М.: Химия, 1984. – 136 с.
2. Корнієнко Я.М. Умови стійкої кінетики процесу одержання багатошарових твердих композитів / Я.М. Корнієнко, К.О. Гатілов, Д.О. Науменко // Наукові праці ОНАХТ. – 2010 – Випуск 37. с. 8 – 13,
3. Корнієнко Я.М. Моделювання процесу утворення твердих органо-мінеральних композитів / Я.М. Корнієнко, Р.В. Сачок // Наукові праці ОНАХТ. — 2010. — Випуск 37. С. 96—101.

УДК 66.021.3/4

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

к.т.н., доц. Зубрій О.Г., магістрант Давидов А.С.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

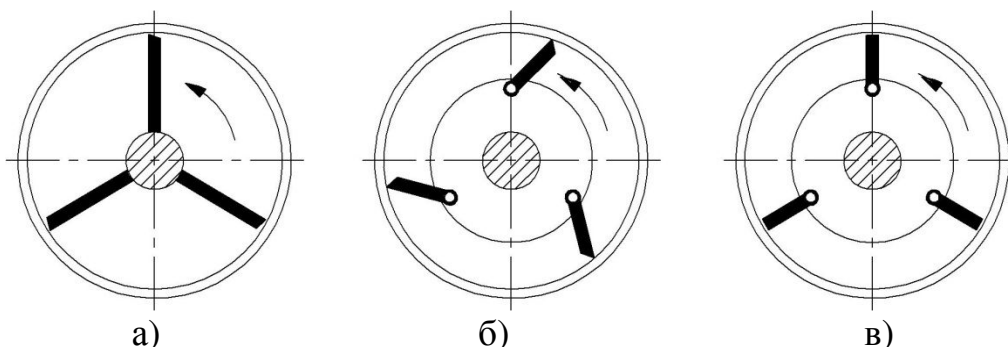
Питання якості, ефективності загострюються в сучасних ринкових умовах. Одним з найбільш ефективних методів інтенсифікації тепло- і масообмінних процесів є проведення їх в тонких шарах або плівках[1]. При обробці в тонкому шарі температура кипіння рідини постійна, відсутні перепади тиску по висоті шару та температурні втрати на гідростатичне стиснення, що дуже важливо при обробці термолабільних матеріалів. Плівкові апарати поділяються на апарати з падаючою та висхідною плівками.

Відомо, що інтенсивність процесу тепло-масообміну, при різних умовах, залежить від збільшення відношення об'єму оброблюваної рідини до її поверхні. Тому проведення процесу в плівці є одним із способів його інтенсифікації, але при нерівномірному зрошенні поверхні теплообміну рідиною спостерігається різке зменшення ефективності плівкового апарату.

Процес утворення плівки значно спрощується в роторних апаратах, в яких розподілення рідини по поверхні теплообміну забезпечує ротор. Такі апарати дозволяють оброблювати речовини які сильно піняться, недостатньо чисті рідини, проводити випаровування до повного зневоднення. Ротори роторно-плівкових апаратів в основному мають три різновиди (рис.1).

Плівкові апарати роторного типу отримали розповсюдження, оскільки вони порівняно прості у використанні і дають можливість точного автоматичного регулювання процесу, в них високі коефіцієнти тепло- та масообміну, наприклад при нагріванні гліцерину в РПА коефіцієнт

тепловіддачі $2000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, а в кожухотрубному теплообміннику $400 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.



а) лопаті жорстко закріплені; б) шарнірно закріплені; в) маятникові.
Рисунок 1 – Ротори роторно-плівкових апаратів

В роторно-плівкових апаратах короткий час перебування рідини на грюючій поверхні, що зумовлене малим утримуваним об'ємом. Також вони практично не мають застійних зон, завдяки чому короткий не тільки середній час перебування, а і час перебування будь-якого об'єму рідини. Порівняння часу перебування з іншими апаратами [2] наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння часу перебування.

Тип апарата	Час перебування
Ректифікаційна колона	5÷50 год
Випаровування з циркуляцією	15÷60 хв
Випарний плівковий апарат	3÷20 сек

Конструкції роторно-плівкових апаратів досить складні, проблемою є ущільнення вала, його змащування та запобігання потрапляння мастил в оброблювану рідину. Але незважаючи на недоліки використання роторно-плівкових апаратів доцільне.

Метою даної роботи є дослідження гідродинаміки роторно-плівкового апарата з висхідною плівкою та ротором з консольно закріпленими лопатями.

Перелік посилань:

1. Соколов В.Н., Яблокова М.А. Апаратура микробиологической промышленности. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 278 с.
2. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1976. – 278 с.

УДК 628.5:66.002.8

КОМПЛЕКС ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН З МІНЕРАЛЬНИМИ КОМПОНЕНТАМИ

магістрант Тишко Ю.А.; к.т.н., доц. Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Обширні дослідження показали, що не так багато гумінових речовин в ґрунті знаходиться у вільному стані, але багато що пов'язане з колоїдною глиною. Способи, в яких гумінові речовини поєднанні з мінеральною частиною в ґрунті являють собою: 1) солі низькомолекулярних органічних кислот (оцтової, щавлевої, молочної кислоти та ін.); 2) солі гумінових речовин з лужних катіонів – гумат, фульват; 3) хелат (кешнюватий комплекс іону металу з лігандом із двома і більше електронодонорними парами) з іонами металів; 4) речовини, що знаходяться на поверхні глинистих мінералів.

Солі низькомолекулярних органічних кислот

Солі низькомолекулярної форми кислот утворюються, в результаті дії кислоти (оцтова кислота, щавлева кислота, фумарова кислота, молочна кислота) на мінерали (магнезит, кальцит, сидерит та ін.) або солей мінеральних кислот з Са, К і інших катіонів.

Солі гумінових речовин з лужними катіонами

Солі гумінових речовин з лужними катіонами всеосяжного сполук:

- 1) гумати (солі гумінових кислот);
- 2) фульвати (солі фульвокислот).

Солі гумінових речовин з лужними катіонами є найбільш характерними сполуками ґрунтових гумінових речовин. Лужні катіони (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) утворюються в основному шляхом простого обміну катіонів з групами COOH (RCOONa , RCOOK і т.д.). Гумати і фульвати знаходяться в ґрунті в основному в суміші з гідроксидами Fe і Al.

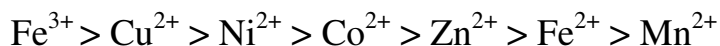
Хелати з іонами металів

Хелатний комплекс утворюється, коли два або більше координатних положення навколо іонів металу займають групи донорів одного ліганда і утворюють внутрішню структуру кільця. У ґрунті ліганди відіграють роль в утворенні простих органічних сполук і функціональних груп гумінових речовин.

Порядок спадання спорідненості органічних груп для іонів металів виглядає приблизно таким чином:

$-\text{O}-$ (енолат) $>$ $-\text{NH}_2$ (азо-аміни) $>$ $-\text{N} = \text{N}-$ $>$ $= \text{N}$ (кільце N) $>$ $-\text{COO}-$ (карбоксилат) $>$ $-\text{O}-$ (етери) $>$ $\text{C} = \text{O}$ (ефіри)

Порядок спадання здатності іонів металу до халатування виглядає наступним чином:



Комплексоутворюючу здатність гумінових кислот і фульвокислот є результатом, в значній мірі, від їх кисневмісних функціональних груп, таких як COOH, фенольних груп OH і C = O групи.

Грунтові органічні речовини утворюють розчинні і нерозчинні комплекси з іонами металів і тим самим відіграють подвійну роль для ґрунту.

Низько - молекулярно - масові з'єднання (біохімічні, фульвокислотні) призводять до солюбілізації (колоїдне розчинення, мимовільне і оборотне проникнення якої - небудь низькомолекулярної речовини (солюбілізата), слабо розчинної в даному рідкому середовищі, всередину знаходяться в ній міцел поверхнево-активної речовини або молекулярних клубків (глобул) високомолекулярного з'єднання) іонів металу і впливати на їх транспортування в коріння рослин. І навпаки, високо-молекулярно-масові з'єднання (наприклад, гумінових кислот) виконують функцію "мушлі" для полівалентних катіонів. Природні комплексоутворюючі агенти мають велике значення в процесах вивітрювання і в русі органічних речовин в надрах.

Глинисто-органічні комплекси

Взаємодія органічних речовин з глиною має безліч наслідків, які знайшли своє відображення в фізичних, хімічних і біологічних властивостях ґрунту. Існують механізми, що у адсорбції гумінових речовин глинистих мінералів є основними. Такими механізмами є: 1) сили Ван - дер - Ваальса; 2) зв'язок з подолання катіонів; 3) Н - зв'язок; 4) адсорбція по асоціації з водної оксидів; 5) адсорбція серед пластинчастого простору глинистих мінералів.

Таким чином, були розглянуті способи поєднання гумінових речовин з мінеральними частками в ґрунті і зазначено, що гумати мають сприятливі властивості для ґрунтів, а також відіграють велике значення для сільського господарства.

Перелік посилань:

1. «JerseyWeber»/[Електронне джерело]. Режим доступу: <http://karnet.up.wroc.pl/~weber/humic.htm#start> ;
2. Ісаченко А. Г. Екологічні проблеми – М., 1996. – 278 с.;
3. Н.В. Чухарева, Л.В. Шишмина, А.А. Новиков / Исследование гуминовых кислот и термообработанных торфов Томской области – издательство Томського політехнічного інститута, 2010 г.

УДК 66.061.3

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ ГУМАТИВ З БУРОГО ВУГІЛЛЯ

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

На даний момент немає чіткого алгоритму для визначення часу екстрагування для процесів екстракції в системі рідина - тверде тіло, але існують залежності, що виведені лабораторним шляхом [1]:

$$\tau = \left(\frac{0,87 \cdot r}{E} \right)^2 \cdot \frac{(\text{Pr}')^{0,4}}{K \cdot \text{Re}^{0,67}}, \quad (1)$$

де Pr' - критерій Прандтля;

E - симплекс концентрації;

K - коефіцієнт дифузії;

Re - критерій Рейнольдса для перемішування;

r - розмір частинок.

В [2] наведено математичне описання екстрагування в умовах: 1) прямотечійного процесу; 2) протитечійного процесу. Будемо вважати, що прямоточний і протиточний процеси протікають при повному (ідеальному) витісненні твердої і рідкої фаз. Припустимо також, що форму частинок можна порівнювати з однією з трьох основних форм (пластина, циліндр, шар), що структура частинок ізотропна. Тоді згідно [3] можна записати залежність:

$$\frac{C_s - C_n}{m_t \rho_t} \cdot \frac{D_m \cdot T}{R^2} = f \frac{C_k - C_n}{C_s - C_n}, \quad (2)$$

де D_m - коефіцієнт масопровідності;

T - час екстрагування;

C_s - концентрація насичення;

C_k - кінцева концентрація

R - параметр частинки.

$\frac{C_k - C_n}{C_s - C_n}$ - безрозмірний коефіцієнт, який можна знайти маючи

концентрації.

Графіки залежності комплексу часу повного вилучення від безрозмірного співвідношення $\frac{C_k - C_n}{C_s - C_n}$ представлені на рисунку 1.

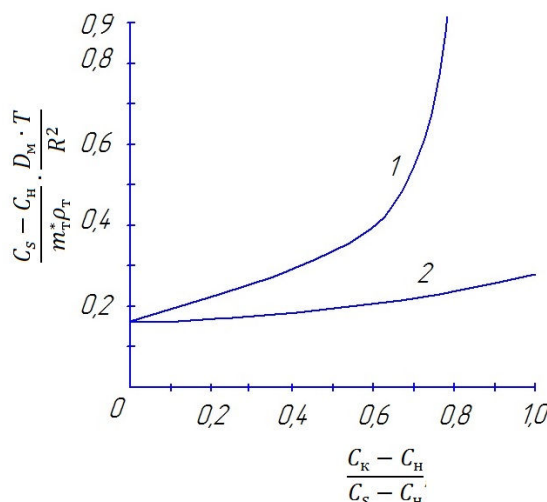


Рисунок 1. Залежність часу екстрагування від безрозмірного комплексу $\frac{C_k - C_n}{C_s - C_n}$ в процесі екстрагування гуматів з бурого вугілля

1 - для прямогоку; 2 - для протитоку.

Задачею роботи є визначення залежності $\frac{\tau}{\tau_0}$ для розрахунку тривалості процесу екстрагування гуматів з бурого вугілля.

Перелік посилань:

1. Чернобыльский И. И. Машины и аппараты химических производств: учебник./ И. И. Чернобыльский, А. Г. Бондарь, Б. А. Гаевский, С.А. Городинская и др.; под общ. ред. И.И. Чернобыльского. - 3-е изд. - М. : "Машиностроение", 1975. - 456 с .

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

УДК 664.8.047.014;

ВИБІР СПОСОБУ СУШІННЯ ФІТОЕСТРОГЕННОЇ СИРОВИНИ

магістрант Воронцов М.Є.¹⁾, д.т.н. Снежкін Ю.Ф.²⁾,
д.т.н., Петрова Ж.О.²⁾

¹⁾Національний Технічний Університет України «КПІ»

²⁾Інститут Технічної Теплофізики НАН України;

В даній роботі буде більшу увагу приділено функціональним продуктам, що містять у собі фітоестрогенні речовини. Про користь фітоестрогенів голосно заговорили наприкінці минулого століття, коли особливої популярності набули медичні дослідження зв'язку між харчуванням і ймовірністю розвитку тих чи інших захворювань. Зокрема зазначалося, що в країнах Азії смертність від серцево-судинних захворювань, ризик розвитку раку грудей і ускладнень клімактеричного періоду набагато нижче, ніж у європейських країнах і в Америці тому, що населення вживає багато рослинної їжі на основі сої, ріпаку, моркви та інші.[1]

Майже всі естрогенні речовини знаходяться в рослинах, які носять сезонний характер і потребують консервації, одним із видів якої є сушіння.

Вибір оптимального способу сушіння завжди визначається природою матеріалу та вимогами до якості кінцевого продукту. У більшості випадків останній фактор є основним, тому що отримання кінцевого продукту з заданими характеристиками (низький вологовміст, пористість, збереження складових повного виду речовин, стабілізація натурального забарвлення, мінімальні втрати речовин при зберіганні і т. д.) може бути раціонально реалізовано лише при використанні певних способів і режимів зневоднювання.

Градацію втрат фітоестрогенів пов'язують з дією сушильного агента, особливо на початковому етапі сушіння. Це слід врахувати при виборі способу сушіння фітоестрогенної сировини, до якої відносяться морква та ріпак.[4]

Перед впровадженням в практику якогось методу сушіння зневоднення необхідно знати як він може впливати на якісні показники

матеріалу. Тому дослідження впливу різноманітних способів сушки на збереження фіто - естрогенів в ріпаку та моркві має суттєве значення.[2]

При сублімаційному способі сушіння продукт швидко заморожують, потім відбувається процес сублімації, в результаті якого лід переходить в пару, минаючи рідкий стан. Зазвичай, процес проводять при глибокому вакуумі. Цей спосіб дорогий і прийнятний лише у тих випадках, коли до висушеного продукту висувають високі вимоги у відношенні незмінності його властивостей при тривалому зберіганні.

Кондуктивне сушіння здійснюють на валкових сушарках під дією атмосферного тиску або вакуума. Теплота до висушеного продукту підводиться при безпосередньому контакті гарячої поверхні валків з шаром матеріалу. Цей спосіб ефективний при сушінні у тонкому шарі (плівці) матеріалів, що не витримують тривалої дії високих температур.

Основна перевага радіаційного сушіння (інфрачервоними променями) – можливість отримання великих теплових потоків. Але великий тепловий потік залежить від температури матеріалу, його товщини і чорноти поверхні, що спричиняє виникнення значних температурних градієнтів у матеріалі. Тому виникає необхідність у додержанні чітких режимів сушіння фітоестрогенної сировини.

Конвективний метод сушіння є одним із найбільш ефективних і дешевих. Він дозволяє реалізувати різні режими процесу зневоднювання, наприклад, сушіння з рециркуляцією повітря, ступінчасте сушіння, тощо. Тому цей метод дозволяє отримати продукти високої якості.

Аналізуючи переваги та недоліки за основу взято одночасно конвективний та радіаційний метод (інфрачервоними променями) сушіння.

На базі Інституту технічної теплофізики розроблений Демонстраційний зразок теплонасосної конвекційної сушарки з використанням ІЧ-нагрівача призначений для наочного пропагування можливостей технології низькотемпературного зневоднення термолабільних матеріалів в конвективних сушарках з комбінуванням теплонасосних циклів та ІЧ випромінювання .

Схема якого наводиться нижче [3].

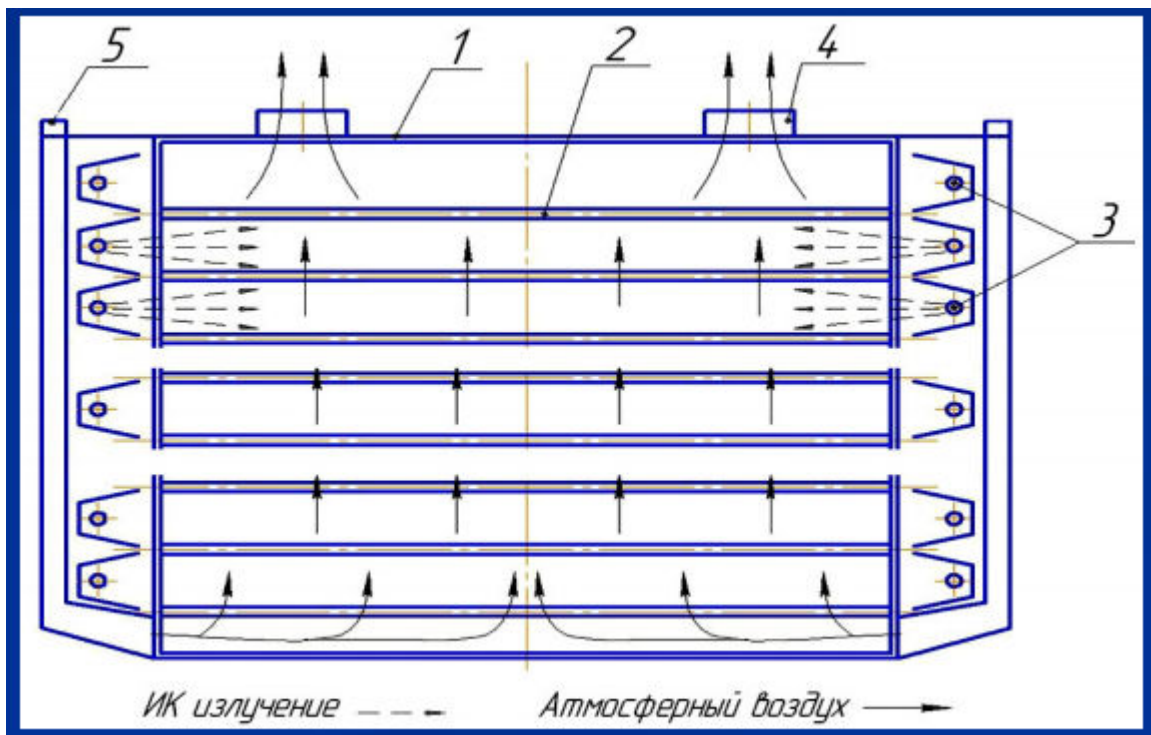


Рис.1 Експериментальна сушильна камера з вбудованими ІЧ-випромінювачами

Вищевказана сушильна камера складається з 1 – корпуса камери; 2 – піддонів, на яких розміщена сировина; 3 – ІЧ-випромінювачів; 4 – патрубків для виходу сушильного агенту; 5 – патрубків для подачу сушильного агенту

Перелік посилань:

1. Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. Ф. Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків. – К.: Академперіодика, 2007. – 162 с.
2. Гинзбург А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
3. Завалий А.А. «Совершенствование устройств инфракрасной сушки продуктов питания целенаправленным распределением потоков отраженного излучения», 2012 р. Докторская диссертация.
4. Чуешов В.И., «Промышленная технология лекарств», в 2х томах Харьков, НФАУ, МТК-Книга, 2002 г.

УДК 621.928.93

ЕФЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗКРУЧУВАЧА ПОТОКУ В ЦИКЛОНІ

магістрант Подолянець В. А., аспірант Смілян І. О.
к.т.н., доц. Степанюк А. Р.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ

За рахунок зміни конфігурації циклона можливе зниження гідравлічного опору в ньому. Циклон із сітчастою вставкою в конічній частині [1].

Загальний коефіцієнт опору [2]:

$$\zeta = \zeta_{\text{ц}} + \zeta'.$$

Коефіцієнт опору циклона:

$$\zeta_{\text{ц}} = K_1 \cdot K_2 \cdot \zeta_{500}^n + K_3,$$

де K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти для визначення втрат тиску; ζ_{500}^n – коефіцієнт гідравлічного опору одиночного циклона діаметром 500 мм;

Коефіцієнт опору сітки [3]:

$$\zeta' = \frac{1}{1,3 \cdot (1-f) + \left(\frac{1}{f} - 1\right)^2},$$

де f – коефіцієнт живого перетину:

Втрати тиску в циклоні:

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{\rho_{\text{г}} \cdot w_1^2}{2}.$$

Експериментальні дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Q витрати м ³ /год	ΔP циклона мм.вод.ст.		m _п , г	m _к , г	
	Зсіткою	Без сітки		Зсіткою	Без сітки
36,4	28	37	100	94,6	94,8
43,8	42	57	100	97,2	97,7
51,7	56	70	100	98,3	98,7
56,9	76	93	100	98,6	99,1
64,4	100	115	100	99,9	99,9

Деякі табличні данні представленні графічно рисунок 1.

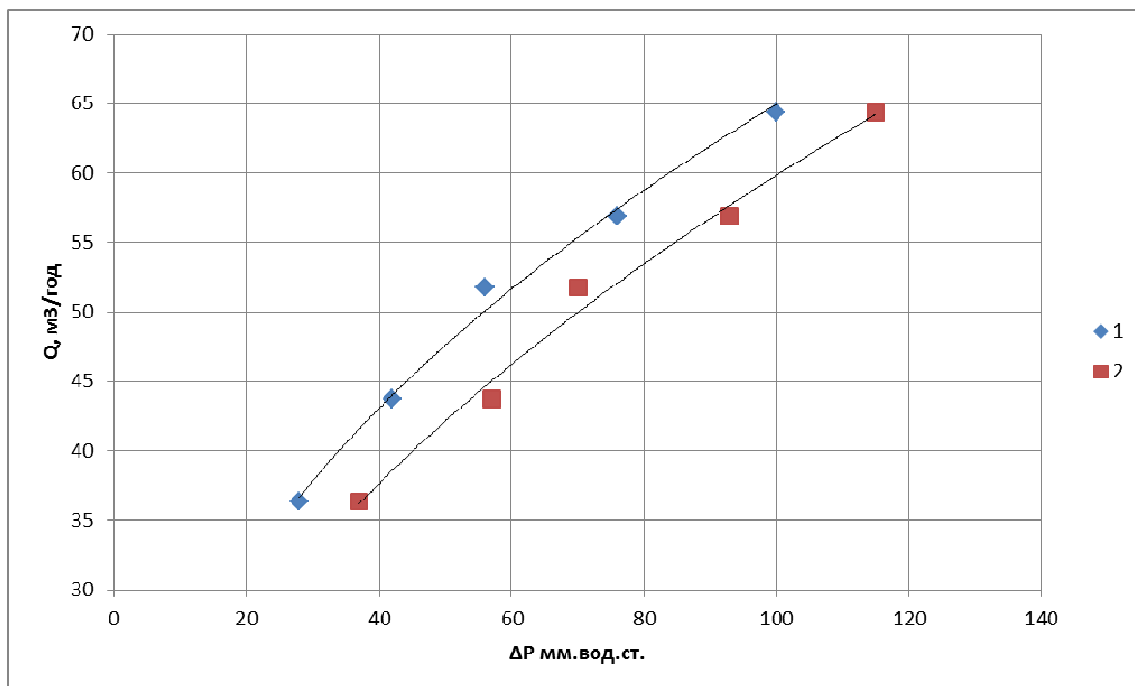


Рисунок 1 – Графік залежності гідравлічного опору циклона від його витрат
1 – з сіткою; 2 – без сітки

За даними експериментів можна зробити висновок, що при застосуванні розкручувача потоку ефект зниження гідравлічного опору циклону за рахунок дроблення обертових потоків на струмені проявляє себе в зоні відкритого взаємного, переміщення обертових потоків. При цьому ступінь очистки циклона не змінюється.

Перелік посилань:

1. Розкручувач потоку циклонного апарату: пат. 70676 UA, МПК В04С 5/107 / Подолянець В. А., Смілян І. О., Степанюк А. Р. – и 2011 13186; заяв. 08.11.2011; опубл. 25.06.2012, Бюл. №12.
2. С. В. Гунич Математическое моделирование и расчет на ЭВМ химико-технологических процессов/ учебное пособие/. – примеры и задачи. Часть I/ С. В. Гунич, Е. В. Янчуковская.; — ИрГТУ, 2010. — 216 с.
3. И. Е. Идельчик Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ И. Е. Идельчик – М.: под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. Машиностроение, 1992. – 672 с.
4. Г. С. Ратушняк Технічні засоби очищення газових викидів: навчальний посібник/ Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк.; ВНТУ, 2005. – 158с.

УДК 621.926.22

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНОГО МАТЕРІАЛУ НОЖОВОЮ РОТОРНОЮ ДРОБАРКОЮ

магістрант Нагорний О.В., аспірант Смілян І.О.,
доц., к.т.н. Степанюк А.Р., д.т.н., проф. Мікульонок І.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

При ударі має місце переміщення центру інерції тіл, які зіштовхуються. У нашому випадку прийmemo, що відбувається зіштовхування двох тіл, що рухаються з відносною швидкістю по відношенню один до одного, з масами ножа і матеріалу, які зосереджені в площині удару. Приймемо також, що шматок подрібнюваного матеріалу представляє собою кулю і дотик її з ножом – контактний.

У момент першого дотику тіл, які зіштовхуються, швидкість центра інерції шматка подрібнюваного матеріалу, сила динамічної взаємодії тіл та величина стиснення шматка рівне 0.

Використаємо вихідне рівняння теорії Герца [1]:

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

де M – маса ножа; m – маса гранули; P_d – сила динамічної взаємодії тіл; ε – величина стиснення гранули.

Знак «-» враховує сповільнення прискорення по мірі збільшення сили динамічної взаємодії. По дослідженні Герца величина стиснення кулі до корпусу зв'язана з силою динамічної взаємодії кулі і корпусу рівнянням:

$$P_d = K_1 \varepsilon^{\frac{3}{2}}, \quad 2)$$

де K_1 – коефіцієнт пропорційності.

При ударі кулі по корпусу:

$$K_1 = \frac{4}{3} \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \sqrt{R_{ш}}, \quad 3)$$

де E – модуль пружності подрібнюваного матеріалу; μ – коефіцієнт Пуассона; $R_{ш}$ – радіус кулі (гранули).

Максимальна величина стиснення шматка матеріалу [2]:

$$\varepsilon_{\max} = \frac{\left(\frac{1}{2}v^2\right)^{\frac{2}{5}}}{\left(K_1 K_2 \frac{2}{5}\right)^{\frac{2}{5}}} = \left(\frac{5}{K_1 K_2}\right)^{\frac{2}{5}} \cdot \left(\frac{v}{2}\right)^{\frac{4}{5}}. \quad 4)$$

Максимальна сила взаємодії тіл, що ударяються:

$$P_{д.макс} = K_1 \left[\left(\frac{5}{K_1 K_2} \right)^{\frac{2}{5}} \cdot \left(\frac{v}{2} \right)^{\frac{4}{5}} \right]^{\frac{3}{2}} = K_1 \left(\frac{5}{K_1 K_2} \right)^{\frac{3}{5}} \cdot \left(\frac{v}{2} \right)^{\frac{6}{5}}. \quad (5)$$

Так як відомі сила і шлях, можна визначити роботу, яка виконана силою динамічної взаємодії P_d на шляху ε :

$$A_y = \frac{8E\sqrt{R_{ш}} 5v^2 \cdot 3(1-\mu^2)}{15 \cdot (1-\mu^2) K_2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot E\sqrt{R_{ш}}} = \frac{v^2}{2K_2}. \quad (6)$$

Підставивши значення K_2 у рівняння (6), отримаємо:

$$A_y = \frac{v^2 M m}{2(M+m)}, \quad (7)$$

де v – швидкість центру інерції подрібнюваного матеріалу.

Для умов удару шматків об корпус рівняння (1) матиме вигляд:

$$m \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} = -P_d, \quad (8)$$

У цьому випадку робота визначатиметься так:

$$A_y = \frac{mv^2}{2}. \quad (9)$$

З аналізу отриманих результатів виходить, що якщо швидкість тіла знижується з v до 0, то воно втратило енергію $\frac{mv^2}{2}$, і в нашому випадку вона рівна величині роботи пружних сил при зміні від 0 до ε_{max} .

Потужність, яка необхідна на відновлення енергії, яку втрачає ніж при ударі по кожному шматку гранульованого матеріалу:

$$N_1 = \frac{A_y z_{заг} n}{60 \cdot 102}, \quad (10)$$

де $z_{заг}$ - кількість ножів на роторі; n – частота обертання ротора.

За результатами математичного моделювання одержано загальне рівняння процесу подрібнення. Визначення параметрів цього рівняння дозволяє описувати зміну затраченої енергії і потужності на подрібнення у залежності від будь-яких варіантів проведення процесу. Необхідно перевірити можливість застосування рівняння (10) для визначення потужності шляхом заміру величини відносної швидкості обертання v .

Перелік посилань:

1. Барабашкин В.П. Молотковые и роторные дробилки [Текст] / В.П. Барабашкин – М.: Недра, 1972. – 144 с.

2. Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств [Текст]: учеб. пособие для вузов. / В.В. Кафаров., М.Б. Глебов – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.

УДК 678.027

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ В ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-ПЛАСТИКУЮЧІЙ ЗОНІ ДИСКОВОГО ЕКСТРУДЕРА

к. т. н., доц. Швед М.П., інженер Швед Д.М., магістрант Резнік Р.Ю.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес переробки полімерів методом екструзії є досить енергоємним. Потрібно застосовувати нові технології енерго- та ресурсозбереження з метою економії витрат. Досить ефективними є каскадні екструдери з використанням дискового екструдера в якості розплавлювача-гомогенізатора. Так як процес екструзії - це переведення полімеру з твердого стану у в'язкотекучий, то основна частина енергії витрачається саме на його плавлення.

Метою роботи є визначення потужності у завантажувально-пластикуючій зоні дискового екструдера, що дає можливість дізнатися про основні геометричні розміри машини та її енергетичні показники.

У роботі [1] розглянуто фізичну модель процесу плавлення полімеру в завантажувально-пластикуючій зоні (ЗПЗ) дискового екструдера (ДЕ). При досягненні полімером температури плавлення біля стінки циліндра утворюється плівка розплаву. При цьому, потрібно зазначити, що утворення такої плівки найбільш вірогідне біля стінки циліндра, так як швидкість руху циліндра відносно полімеру набагато більша, ніж швидкість полімеру відносно черв'яка [2]. Плівка розплаву біля стінки циліндра суттєво нагрівається за рахунок значних швидкостей зсуву. Через це будемо вважати, що зовнішні нагрівачі вимкнені. Якщо не враховувати тепловіддачу в повітря, то процес плавлення можна вважати адіабатичним (циліндр теплоізолюваний, а охолодження циліндра рідиною в зоні плавлення відсутнє).

Для вирішення задачі використаємо декартову систему координат (рис. 1), що зв'язана з рухомою з певною швидкістю V_T твердою пробкою, причому, початок координат розмістимо на поверхні плавлення. Вважаємо, що ширина каналу нарізки b набагато більше його висоти H . Вісь j направлена в напрямку швидкості V_j . Якщо розглядати рух плівки розплаву як потік між двома пластинами, одна з яких нерухома, а інша рухається зі швидкістю V_j (рис. 1), то рівняння руху приймає вигляд:

$$\mu \frac{d^2 V_j}{dy^2} = 0, \quad (1)$$

де μ - ефективна в'язкість розплаву полімеру.

Вирішуючи це рівняння при граничних умовах $V_j = 0$ при $y = 0$ та $V_j = V_j$ при $y = \delta$, отримаємо наступний профіль швидкостей у плівці розплаву:

$$V = V_j \frac{y}{\delta}, \quad (2)$$

де δ - товщина півки розплаву.

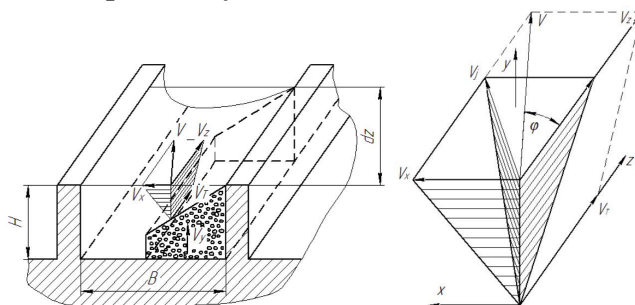


Рисунок 1 - Розрахункова схема процесу плавлення полімеру

Далі якщо вважати, що тепло передається лише теплопровідністю в напрямку вісі y , то рівняння енергії із врахуванням дисипації приймає вигляд:

$$\lambda_p \frac{d^2 t}{dy^2} + \mu \left(\frac{dV_j}{dy} \right) = 0, \quad (3)$$

де λ_p - теплопровідність розплаву полімеру.

Рішення рівняння (3) будемо вирішувати при граничних умовах: при $y = 0$ $t = t_{пл}$, при $y = \delta$ $\frac{dt}{dy} = 0$, де $t_{пл}$ - температура плавлення полімеру.

Тоді потужність дисипації, що витрачається при плавленні полімеру на ділянці довжиною $(z_2 - z_1)$, дорівнює:

$$\Delta Q = \frac{\mu'(b-x)}{H} [4V_x^2 + V_z^2(1+3a^2)] (z_2 - z_1) I \quad (4)$$

де μ' - в'язкість розплаву, що визначається за середньою температурою, V_x та V_z - вектори швидкості по відповідним координатам, I - кількість заходів гвинтової нарізки, a - дросельне відношення, що являє собою відношення продуктивності протитечії до продуктивності прямої течії.

Висновки

Таким чином, рівняння (4) може бути використане для визначення потужності, що витрачається на процес плавлення полімеру в завантажувально-пластикуючій зоні дискового екструдера.

Перелік посилань:

1. Резнік, Р.Ю. Особливості і фізична модель процесів у завантажувально-пластикуючій зоні дискового екструдера [Текст] / Р.Ю. Резнік, М.П. Швед, Д.М. Швед // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2012. – Випуск 41. Т. 1. – с. 176 – 178.

2. Тадмор, З. Теоретические основы переработки полимеров [Текст] / З. Тадмор, К. Гогос. – М.: Химия, – 1984. – 632 с.

УДК 678.023

КАСКАДНА ДИСКОВО-ЧЕРВ'ЯЧНА ЕКСТРУЗІЯ ПОЛІМЕРІВ

к. т. н., доц. Швед М.П., магістрантка Плешко О.В.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Сучасне виробництво та переробка полімерних матеріалів широко використовується в галузі полімерного машинобудування .

На сьогоднішній день у процесах екструзії найпоширенішим обладнанням є одночерв'ячний екструдер, на якому базується більшість технологічних ліній. В одночерв'ячному екструдері такі операції як живлення, стискання, розплавлення, гомогенізація, створення тиску та дозування полімеру виконуються одним робочим органом – черв'яком, і зміна якихось параметрів одного з процесів з метою оптимізації, призводить до зміни всіх інших процесів, які тісно пов'язані між собою [1]. Саме тому все ширшого поширення набувають каскадні схеми екструзії. Апаратне оформлення каскадів залежить від конкретного призначення екструдера.

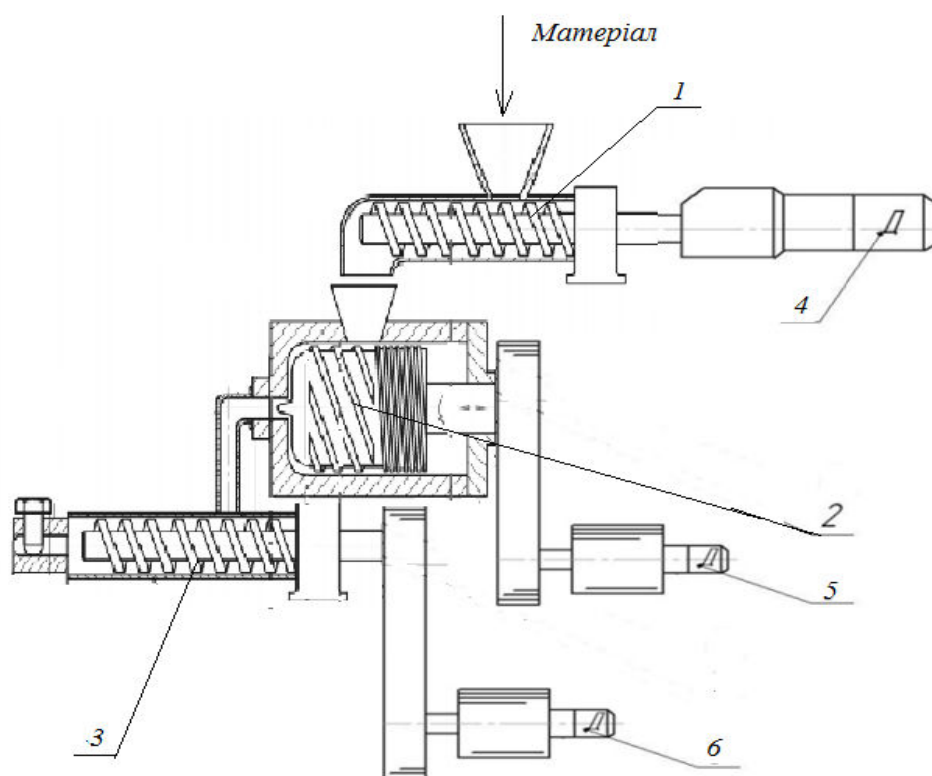
Важливою особливістю є те, що в якості розплавлювача-гомогенізатора використовують дисковий екструдер, так як він має високу змішувальну здатність, короткий час переробки (10-12 с), просту конструкцію та низькі питомі показники. Проте дискові екструдери мають свої недоліки - пульсація розплаву та його незначний тиск на виході, що часто не дає можливості продавлювати матеріал крізь формувальний інструмент, а також одержувати продукцію високої якості [2].

Для покращення параметрів екструзії застосовують каскадні схеми екструзії, такі як дисково-черв'ячний екструдер, зображений на рисунку 1.

У цьому екструдері виділені в окремі автономно незалежні наступні стадії:

- дозування сипучого матеріалу;
- живлення, попереднє стискання, плавлення та перемішування розплаву;
- створення кінцевого тиску та дозування розплаву.

Для виконання цих операцій використовуються: на першій стадії – шнековий дозатор 1; на другій стадії – дисковий екструдер 2, який працює в «голодному режимі»; на третій стадії – черв'ячний екструдер 3.



1 – шнековий дозатор; 2 – дисковий екструдер; 3 – черв'ячний екструдер;

4, 5, 6 – приводи оборотних органів екструдера;

Рисунок 1 – Схема каскадного дисково-черв'ячного екструдера.

Особливістю такого екструдера є те, що дисковий розплавлювач-гомогенізатор забезпечує регульоване термомеханічне навантаження на полімер, за рахунок можливості зміни частоти обертання черв'ячно-дискової частини та робочого зазору дискового екструдера при незмінній продуктивності, яка забезпечується шнековим дозатором.

Створення фізичної та математичної моделей, а на їх основі алгоритму розрахунку каскадної дисково-шестеренної екструзії, є важливою задачею при проектуванні каскадних екструдерів.

1. Перелік посилань:

2. Мурдід Н. В. Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів / Н. В. Мурдід, М. П. Швед, І. О. Мікульонко, Д. М. Швед, // Наукові вісті КПІ №2009/2. – 2008. – с. 74-77.

3. Мікульонко І.О., Радченко Л.Б. Переробка вторинної сировини екструзією. —К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2006. — 184 с.

УДК 621.928.93

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІКИ ЦИКЛОФІЛЬТРУ

д.т.н, проф.. Снежкін Ю.Ф. ІТТФ НАНУ,
к.т.н., ст.в. Серебрянський Д.О., асистент Плашихін С.В.,
магістрант Захаров О.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Незважаючи на значну кількість теоретичних та експериментальних досліджень циклонних пиловловлювачів, більшість питань, пов'язаних з рухом запиленого потоку в цих апаратах, не мають достатньо чіткого математичного опису та експериментального обґрунтування. Аналітичний розрахунок траєкторій часток та ефективності їх вловлювання в циклоні можливий лише приймаючи значні спрощення та припущення [1, 2].

Рух текучого середовища моделюється системою рівнянь Нав'є-Стокса, що описують в нестационарній постановці закони збереження маси, імпульсу і енергії цього середовища. Цими рівняннями моделюються турбулентні, ламінарні та перехідні течії. Для розв'язку подібних задач застосовується «явний» та «неявний» метод встановлення [3, 4]. Цей метод спрощує розв'язок багатьох стаціонарних задач математичної фізики, що описують рівноважні стани, які інтерпретуються, як результат розвитку процесу в часі. Ефект розв'язку стаціонарних задач методом встановлення полягає в тому, що замість стаціонарної задачі можна розв'язувати нестационарну до того моменту часу, коли її розв'язок перестає змінюватись в межах заданої точності.

Динаміка руху потоку описана рівняннями Нав'є-Стокса, що можна представити у векторній формі

$$\frac{d\bar{\vartheta}}{dt} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad}p + \nu \Delta \bar{\vartheta}, \quad (1)$$

де

$\bar{\vartheta}$ - вектор швидкості повітря,

\bar{F} - вектор масової сили,

ρ - густина повітря,

p - тиск повітря у будь-якій точці,

ν - кінематична в'язкість повітря.

Межі потоку від вхідного патрубку до входу у вихлопну трубу можна вважати майже постійними, тому можна зробити припущення о стаціонарності поля швидкостей, що спрощує розв'язок рівняння (1) через систему трьох скалярних рівнянь в потенційному полі масових сил при колінеарності ротора R вектору швидкості.

Визначивши число Рейнольдса та коефіцієнт опору λ можна розрахувати повний гідравлічний опір циклофільтру з вихлопною трубою:

$$p = \rho \nu r \varphi \left[\frac{B \varphi Z}{2r} + A \left(B_0(r) + J_1(Kr) \right) e^{-KZ} \right] \quad (2)$$

$$\Delta p_1 = p \left(R_2 - \frac{a}{2}; 0; \frac{b}{2} \right) - p \left(R_1, \frac{\pi - \alpha}{2}, H_0 \right) \quad (3)$$

$$\Delta p_2 = \frac{\lambda H_0 \rho Q^2}{4\pi^2 R_1^5} \quad (4)$$

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 \quad (5)$$

де:

r, φ, Z – вісі циліндричної системи координат; A, B, K – розрахункові коефіцієнти; R_1, R_2 – радіус внутрішньої частини циклофільтру та вихлопної труби, м; Q – витрати повітря, м³/с; H_0 – висота вихлопної труби, м; a, b – ширина та висота вхідного патрубка, м; α – коефіцієнт живого перерізу жалюзійного елемента.

Перелік посилань:

1. Белоусов В.В. Теоретические основы процессов газоочистки / В.В. Белоусов. – М. : Металлургия, 1988. – 256 с.
2. Успенский В.А. Теория, расчет и исследования вихревых аппаратов очистных сооружений : автореф. дис. ... докт. техн. наук / Успенский В.А. ; МИХМ. – М., 1978. – 34 с.
3. Белоцерковский О.М. Нестационарный метод «крупных» частиц для газодинамических расчетов / О.М. Белоцерковский, Ю.М. Давыдов // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. – 1971. – Т. 11. – № 1. – С. 182-207.
4. Григорьев Ю.Н. Численное моделирование методами частиц-в-ячейках / Ю.Н. Григорьев, В.А. Вшивков, М.П. Федорчук. – Новоси-бирск : Изд-во СО РАН, 2004. – 360 с.

УДК 662.764

ГАЗОГЕНЕРАТОР З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ДЛЯ ГАЗИФІКАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

магістрант Кліщ О.В., к.т.н., доц. Собченко В.В.;
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Газифікація - високотемпературний процес взаємодії вуглецю палива з окислювачами, що проводиться з метою отримання суміші горючих газів (H_2 , CO , CH_4). Як окиснювачі або газифікуючі агенти застосовують кисень, водяну пару, двоокис вуглецю або суміш цих речовин. У залежності від складу, співвідношення початкових речовин, температури, тривалості взаємодії можна отримати газові суміші різного складу.

Апарати, що використовуються для процесу газифікації, називаються газогенераторами, а установки, обладнанні ними – газогенераторними станціями.

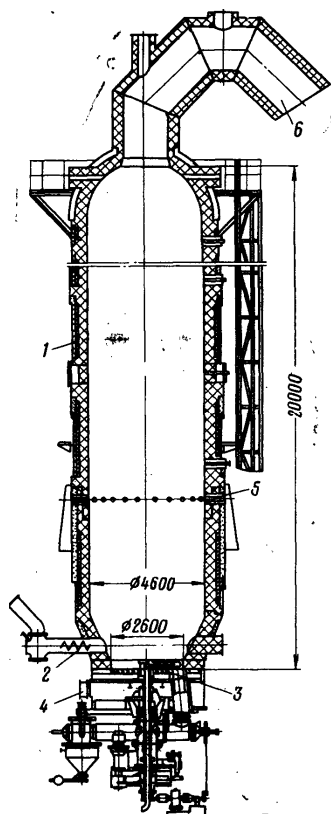


Рисунок 1 – Газогенератор з киплячим шаром.

1 – шахта газогенератора; 2 – шнек для подачі палива; 3 – колосникова решітка; 4 – камера дуття; 5 – фурми вторинного дуття; 6 - штуцер виходу газу.

На рис. 1 показана конструкція промислового газогенератора з киплячим шаром, призначеного для газифікації низькосортного палива (буре вугілля, відходи вугілля і коксу різних марок).

Паливо, яке надходить в газогенератор, піддається попередній підготовці, що полягає в підсушці до вологості $W_p = 7 \div 12\%$ і в подрібненні. Розмір часток палива допускається 0,5 - 12 мм. Підготовлене паливо подається в приймальний бункер газогенератора. З бункера паливо шнеками безперервно подається на колосникову решітку газогенератора. Дуття подають через колосникову решітку під таким тиском, що шар палива приходить в рух, нагадуючи кипіння рідини. Дрібні частинки вугілля, що омиваються газовим середовищем, бурхливо виділяють газу і можуть легко перемішуватися. У площині колосникової решітки є спіральна лопать для вилучення золи. Частина золи з генератора надходить в коробку і звідти шнеком подається в збірник золи, звідки безперервно видаляється. Інша частина золи виноситься потоком газу і вловлюється в циклонних пиловловлювачах.

Газогенератор працює на парокисневому дутті. Близько 80% дуття надходить через колосникову решітку і приблизно 20% - через фурми, розташовані вище шару палива. Температура парокисневої суміші 85 - 100 °С.

Температура шару не повинна бути вище 800 - 900 °С, тому до кисню або повітря у великій кількості додають пар. При підвищених температурах зола розм'якшується, частки палива починають злипатися і шар зашлаковується. При невисоких температурах шару ступінь розкладу пара дуже невелика (близько 0,2 - 0,3). При бурому вугіллі напруга по нижній частині шахти газогенератора становить 1750 кг / (м² · год) і більше.

Після газогенератора газ проходить через пиловловлювач і прямує до котла-утилізатора, виробляючому пар з тиском 2 МН/м². Одержуваний пар не тільки покриває всі потреби газифікації, але і використовується для інших цілей. Після котла газ проходить очищення в батарейних циклонах і в дезінтеграторах і транспортується в мережу.

Газогенератори з киплячим шаром відрізняються простотою конструкції, компактністю, низькими показниками викидів оксидів азоту (менше 300 мг/м³), а також можливістю використання для ефективної переробки низькокалорійних високозольних палив і палив з малим виходом летючих і шлакуючих компонентів. На сьогоднішній день ці газогенератори широко використовуються у процесах газифікації для отримання більш дешевих альтернативних джерел енергії.

УДК532.543

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ ВИТРАТ РІДИНИ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ В СПЕЦИФІЧНИХ УМОВАХ.

доц., к.т.н. Рубльов А.В.

Національний транспортний університет

Сучасні системи технологічної підготовки води для використання в особливих умовах, займають важливе місце в забезпеченні її безаварійного використання на різноманітних експлуатаційних ділянках. Основні вимоги нормальної роботи систем, що використовуються в гідромашинах (ерліфти, гідроелеватори), атомній промисловості (системи охолодження в АЕС), медицині (медичні апарати) то що, обумовлюють чітко визначені витрати води, що пройшли очищення та попередню технологічну обробку. Досить поширені причини аварій існуючих систем деаерації, що виникають в результаті збою при роботі контрольно-вимірювальних пристроїв на лінії подачі теплових агентів, або неправильна робота регуляторів витрат на лініях підготовки. Існує достатня кількість забезпечення виконання цих вимог. Зосередимо увагу на регуляторах витрат підвищення надійності та якості роботи можуть бути досягнуто шляхом використання стандартного технологічного набору дискових регуляторів витрат, або шляхом використання регуляторів, які створені з урахуванням специфіки їх взаємодії з рухливим потоком. Основні теоретичні аспекти вирішення задач проектування цього класу полягають в тому, що взаємодія рухомого потоку з нерухомим регулятором описується системою рівнянь Нав'є-Стокса, замкнених рівняння нерозривності. Головний результат рішення таких задач є вихрева зона перед та слід за робочим елементом регулятора, що обтікається. Крупно масштабне вихреутворення має місце перед лобовою поверхнею. В цій частині простору спостерігається утворення кавітаційної каверни. Втрати на кавітаційну каверну, вихреутворення, перерозподіл енергії потоку можуть бути отримані у вигляді інтегральної оцінки на базі відліків контрольно-вимірювальних приладів. Результати чисельних експериментів вказують на те, що основні енергетичні втрати які викликає обтікач, можуть бути знижені за рахунок зниження величини завихреності потоку зоні вихору. Найперспективніший напрямок такої оптимізації є додання другого анологічного тіла. У просторі ці тіла повинні бути розташовані повністю симетричні один до одного. Зміна конструкції регулятора суттєво не збільшить витрат на стадії виробництва, а експлуатація регулятора з тандемом дисків спроститься, оскільки основний динамічний тиск потоку буде сприйматися лише першим диском, що автоматично вплине на зниження його кавітаційних характеристик.

Запропонована система тандемних регуляторів витрат зменшує гідромеханічний параметр - приєднана маса обтікачів, внаслідок чого досягається ефект зниження інтенсивності вихрової зони.

УДК 519.6 : 681.3

ВИЛУЧЕННЯ ЦІННИХ ХІМІЧНИХ ПРОДУКТІВ ЗІ СТОКІВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТАКТНОЇ МЕМБРАНОЇ ДИСТИЛЯЦІЇ

магістрант Кукоба С.В., доц., к.т.н. Рябцев Г.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для створення безвідходних виробництв із метою захисту навколишнього середовища, вилучення цінних хімічних продуктів із коксового газу та його очищення, на підприємствах хімічної промисловості активно впроваджують замкнуті технологічні схеми [1].

Розроблену установку мембранної дистиляції УМД-100 (рис. 1) призначено для концентрування надсмольних вод коксового виробництва, концентрування солей у воді газозбірників з одержанням розсолів із концентрацією солей до 400 г/л контактною мембранною дистиляцією, а також для відпрацьовування режимів концентрування води газозбірників для різних концентрацій солей.

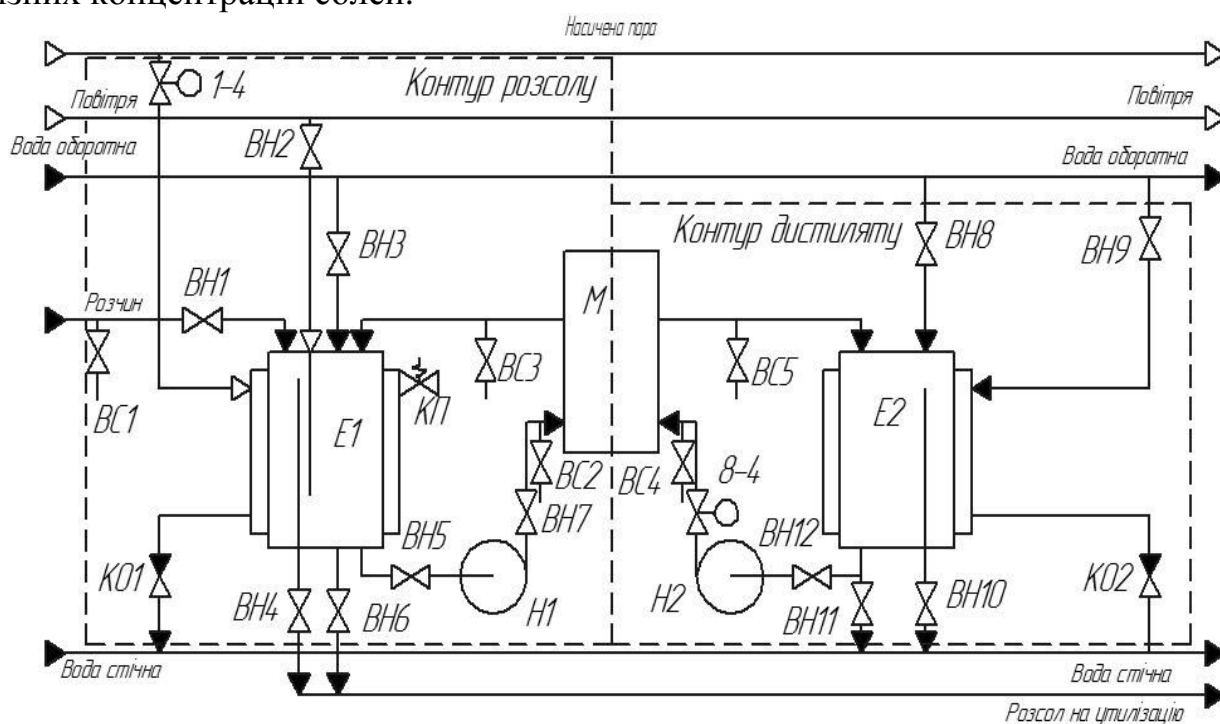


Рисунок 1 – Схема установки мембранної дистиляції УМД-100

Концентрування вод газозбірників має на меті:

1. Очищення вод з високим солемістом для їхнього багаторазового використання в технологічному процесі.
2. Перероблення високомінералізованих стічних розчинів для захисту навколишнього середовища.
3. Вилучення цінних хімічних продуктів, зокрема хлориду амонію і сполук германію.

Хлорид амонію NH_4Cl застосовують як азотне добриво, а також під час виробництва барвників. Фізичні властивості германію роблять його незамінним під час виготовлення напівпровідникових приладів, створення надпровідних матеріалів, вимірювання низьких температур і виявлення інфрачервоного випромінювання. Мінерали германію не в змозі покрити світову потребу в цьому важливому елементі, тому основними його джерелами є мінерали інших елементів, вугілля і природні води.

Надсмольні води коксового виробництва – перспективне джерело германієвої сировини. Хоча концентрація германію в них є невеликою (близько 3 мг/л), після одержання розсолу із концентрацією розчинених солей до 400 г/л контактною мембранною дистиляцією його можна осадити дубовим екстрактом у вигляді таннідного комплексу. Потім, зруйнувавши органіку, одержують концентрат, що містить 45 % двооксиду германію GeO_2 , що відновлюється воднем до чистого германію.

Застосування контактної мембранної дистиляції під час перероблення високомінералізованих розчинів надасть можливість забезпечити високий ступінь концентрування за низьких експлуатаційних затрат завдяки високій термічній ефективності процесу і простоті робочих операцій.

Перелік посилань:

1. Дытнерский Ю. И. Применение мембранной дистилляции для концентрирования и обессоливания водных растворов электролитов / Ю. И. Дытнерский, А. А. Аюбян // Хим. пром. – 1990. – № 8. – С. 465-471.

СЕКЦІЯ 2

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

УДК 532.137: 666.97

ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ

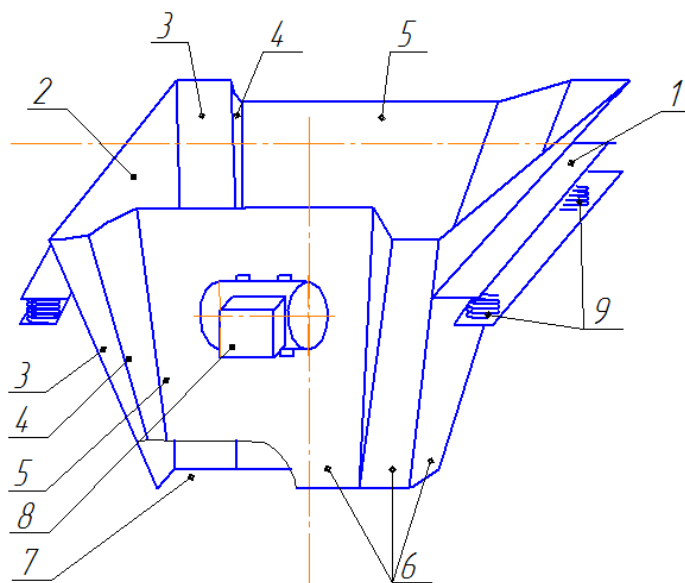
к.т.н., доц. І.А.Андреев, магістрант І. С. Гончарова
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

При формуванні плит за допомогою прямокутного у поперечному перерізі мундштука віброекструдера (або з розширеннями у торцевих зонах мундштука) не забезпечується однорідність фібробетонної суміші по ширині плоского виробу [1]. Це негативно впливає на якість виробів, які формуються.

Для усунення наведеного недоліку авторами був запропонований віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів, в якому забезпечується однорідність фібробетону по ширині плоского виробу і підвищення його якості за рахунок формування виробів повністю у віброекструдері і дотриманні однакової об'ємної витрати суміші по довжині поперечного перерізу роздавального вікна [2]. У запропонованому віброекструдері щілиноподібне роздавальне вікно виконано прямокутним, а кут нахилу похилих стінок бункера до вертикалі в торцевих ділянках роздавального вікна має найбільше значення (рис.).

У верхню частину бункера 1 завантажують бетонну суміш з фібрами і вмикають збудник коливань 8, після чого внаслідок коливань, які передаються від збудника коливань 8 до стінок 2-5 бункера 1, фібробетонна суміш у бункері 1 розріджується і перетікає в напрямку роздавального вікна 7, одночасно перемішуючись за рахунок зсувних деформацій. Однакова об'ємна витрата суміші по довжині поперечного перерізу роздавального прямокутного щілиноподібного вікна 7 досягається за рахунок більшого кута нахилу похилих стінок 2-4 бункера 1 до вертикалі в торцевих ділянках роздавального вікна 7. Виходячи з

щілиноподібного прямокутного роздавального вікна 7 фібробетонна суміш отримає форму плоского виробу.



1 – бункер; 2-5 – стінки бункера; 6 – нижні ділянки стінок;
7 – роздавальне вікно; 8 – збудник коливань; 9 – пружні зв'язки
Рисунок – Віброекструдер для виготовлення плоских виробів

Віброекструдер може бути застосовним у виробництві будівельних матеріалів, зокрема у виробництві виробів з будівельних сумішей і, в першу чергу, з фібробетону.

Перелік посилань:

1. *Андреев И.А.* Особливості віброекструзійного формування плоских фібробетонних виробів / *И.А.Андреев, І. С. Гончарова* // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: III міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2012 р.): тез. допов. – 2012.– С. 46-47.

2. Пат. 78385 Україна, МПК (2013.01) В28В 13/00. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / *Андреев И.А., І. С. Гончарова*; заявник і патентовласник вони ж. – № u201213501; заявл. 26.11.2012; опубл. 11.03.2013, бюл. № 5.

УДК 66.067.55/57

ОСВІТЛЕННЯ МАСЛА В ЦЕНТРИФУЗІ

магістрант Левчук І.О., доц., к.т.н. Зубрій О.Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Застосування рослинних олій та їх відходів при технологічних операціях переробки та хімічних модифікацій як альтернативи нафтовим оливам і синтетичним рідинам для виробництва рідких олив, присадок, пластичних мастил та мастильно-охолоджуючих технологічних засобів дозволяє розв'язувати складні технічні та екологічні проблеми.

Доцільно на основі теоретичних і експериментальних обґрунтувань способів переробки відходів масложирової промисловості є можливість частково звільнитися від відходів, які досі не перероблялись і отримати додатково технічні масла, які відповідають технічним вимогам, а отже додаткову сировину для виробництва продукції народного вжитку.

Перспективним є застосування рослинних олій в якості мастильних матеріалів. Після їх модифікації можна отримати матеріали із цінними технологічними властивостями [1].

В якості об'єкта дослідження використовувалась фуза соняшникової олії (баковий відстій, який виділяється із рослинної олії при її зберіганні), в якій міститься тверда фаза рослинного походження, мінеральні частинки, наявні желеподібні включення. При зберіганні фузи відбувається часткове осідання твердої фази, осад ущільнюється і утворюються комки просочені олією.

Досліджувався дисперсійний склад твердої фази фузи. Вміст твердих частинок певного розміру було визначено за результатами спостережень проб суспензії, які відбирались з резервуара на різній глибині, через кожні 50мм. В дослідях використовувався мікроскоп МИН-8 зі збільшенням у 28

разів. Результати досліджень дисперсійного складу виконані згідно з методикою [2] і представлені на рисунку 1.

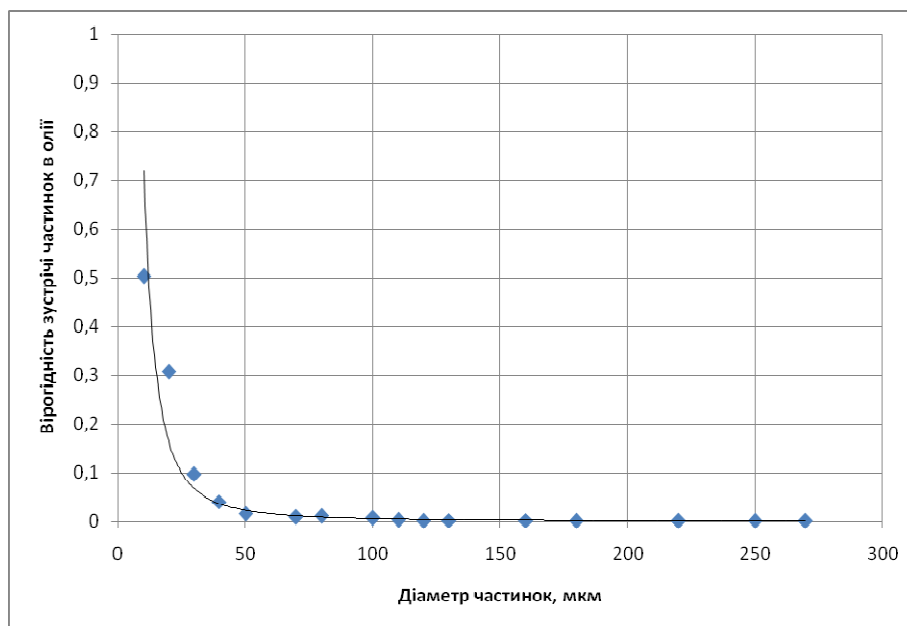


Рисунок 1 – Графік залежності вірогідності зустрічі частинок в олії в від їх діаметру

Як видно з графіка зі збільшенням діаметру частинок їх кількість в олії зменшується. Виконані також експерименти по дослідженню дисперсного складу фузи після її ретельного перемішування. Після розділення є можливість повного видалення частинок діаметром більше 30 мкм.

Метою даної роботи є дослідження розділення фузи в надцентрифuzі.

Перелік посилань:

1. Белобородов В.В. Основне процессы производства растительных масел. — М.: Пищевая промышленность, 1966. – 478 с.
2. Коузов П. А., Скрябина Л. Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей. — Л.: Химия, 1983. – 44 с.

УДК 532.137: 666.97

ПРОЦЕС ПЛИНУ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ У КАНАЛІ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА

к.т.н., доц. Л.Г.Воронін, к.т.н., доц. І.А.Андреев,

магістрант С.С.Валуйскова

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут"

Першою технологічною операцією в процесі віброекструзії фібробетонних виробів є формування тонкого шару цементно-піщаного розчину. З метою покращення якості і зменшення часу формування розчинного шару були запропоновані конструкції дозаторів-живильників з каналами, які поступово звужуються у напрямку виходу зі зміною поперечного перерізу з круглого до півкруглого [1, 2].

Для випадку наведеної форми каналу задача плинину розчину була вирішена методом блочної ітерації із застосуванням прогонки по рядку [3]. При розгляді процесу ламінарного плинину за відсутністю дифузії, який здійснюється у дозаторі-живильнику, використовувався феноменологічний підхід, за яким цементно-піщаний розчин приймався як однорідне ізотропне середовище, а про структуру розчину робилися тільки загальні застереження. На рис.1, як приклад, подана розрахункова схема середньої зони каналу, де поперечний переріз має вигляд зрізаного кола.

Для визначення характеру зміни складової швидкості плинину u по перерізу каналу дозатора-живильника була розроблена програма розрахунку на ПЕОМ, побудовано графік відносних швидкостей (рис. 2), де u_{\max} – максимальна швидкість плинину ньютонівської рідини в перерізі каналу, м/с.

Отримані результати дозволяють оцінити різноманітні гідродинамічні процеси в запропонованих конструкціях дозаторів-живильників за низьких значень числа Рейнольдса, коли не виникають, так

звані, «повзучі течії». Це якраз відбувається під час плинущу цементно-піщаного розчину.

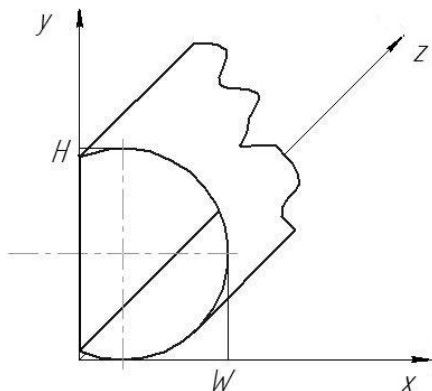


Рисунок 1 – Розрахункова схема процесу у каналі з поперечним перерізом у вигляді зрізаного кола

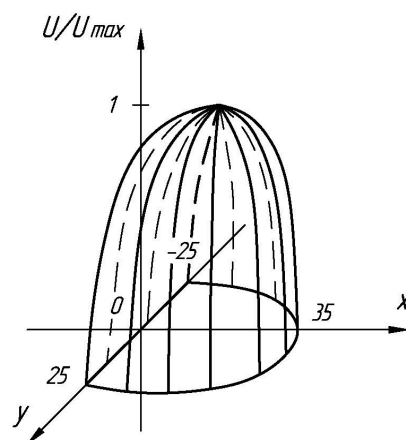


Рисунок 2 – Розподіл відносних швидкостей $\frac{u}{u_{max}}$ в каналі дозатора-живильника

В НТУУ «КПІ» завершуються експериментальні дослідження з метою перевірки адекватності математичної моделі процесу дійсному плинущу розчину в розглянутому каналі і уточнення запропонованого методу розрахунку.

Перелік посилань:

1. Пат. 69438 Україна, МПК (2012.01) В28В 13/00. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину / Андреев І.А., Валуйскова С.С.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201112885; заявл. 02.11.2011; опубл. 25.04.2012, бюл. № 8.

2. Пат. 72311 Україна, МПК (2012.01) В28В 13/00. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину / Андреев І.А., Валуйскова С.С.; заявник і патентовласник вони ж. – № u201202153; заявл. 24.02.2012; опубл. 10.08.2012, бюл. № 15.

3. . *Воронін Л.Г.* Розгляд процесу плинущу цементно-піщаного розчину у дозаторі-живильнику віброекструзійної установки / Л.Г.Воронін, І.А.Андреев, С.С. Валуйскова // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: III міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2012 р.): тез. допов. – 2012.– С. 40-41.

УДК 532.137: 666.97

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ

к.т.н., доц. Л.Г.Воронін, к.т.н., доц. І.А.Андреєв, магістрант Г.Ю.Ан
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

За результатами порівняльного аналізу процесу ламінарного конвективного змішування при віброекструзії фібробетону у каналах різного поперечного перерізу був запропонований віброекструдер, який забезпечує рівномірне розподілення зсувних деформацій у всьому об'ємі фібробетонної суміші в процесі перемішування [1]. За рахунок цього покращується однорідність і якість виробів, які формуються з цієї суміші.

В цьому віброекструдері суміш пропускається через декілька збіжних кільцевих каналів, в яких одна стінка конусна, а інша має циліндричну поверхню. Аналітичних формул для опису плинусумішей в таких каналах не існує. Розрахункова схема процесу подана на рисунку 1.

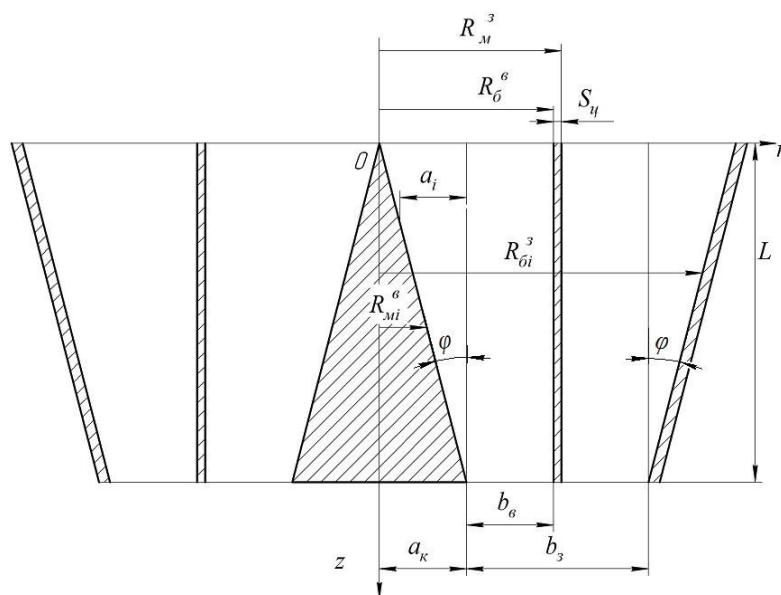


Рисунок 1 – Розрахункова схема процесу

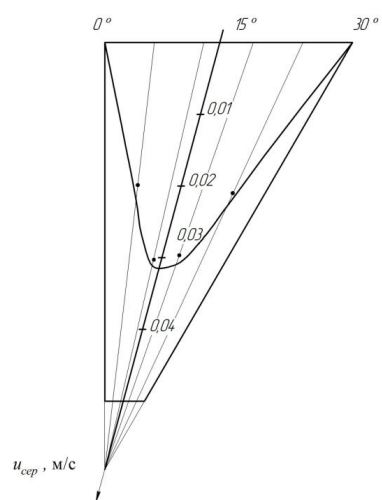
Приймаємо, що в елементарному об'ємі висотою dz ($0 \leq z \leq L$) значення $\frac{\partial p}{\partial z}$ є сталою величиною і визначається з відомої аналітичної формули для кільцевого каналу постійного поперечного перерізу.

Більший радіус внутрішнього каналу розраховується за формулою $R_\sigma^\sigma = a_k + b_\sigma$, а менший радіус зовнішнього каналу – за формулою $R_m^3 = a_k + b_\sigma + s_\sigma$. Поточні радіуси кільцевого перерізу внутрішнього каналу

R_{mi}^e і зовнішнього каналу R_{oi}^3 обчислюються через поточні значення координат $z_i = z_{i-1} + dz$ ($i=1,2,\dots$) за формулами: $R_{mi}^e = a_k - a_i$, $R_{oi}^3 = a_i + b_3 + a_k$, де $a_i = (L - z_i) \operatorname{tg} \varphi$, $L = a_k \operatorname{ctg} \varphi$, a_k , b_6 , b_3 – задані кінцеві розміри кільцевого каналу, що звужується, м; s_u – товщина стінки циліндра, м; φ – кут нахилу твірної каналу до осі z , град.

Для визначення характеру зміни складової швидкості плинину u_i по перерізу каналу віброекструдера була розроблена програма розрахунку на ПЕОМ.

Для перевірки адекватності математичної моделі дійсному процесу був змодельований процес віброекструзії фібробетонної суміші на ньютонівській рідині. Проведено ряд експериментів, які підтвердили теорію плинину фібробетонної суміші у розглянутому каналі. Побудовано експериментальні і теоретичні графіки зміни швидкості руху дослідної рідини у поздовжньому перерізі каналу бункера віброекструдера (рис. 2). Відносна похибка при цьому складає 3 – 7%



— — теоретична крива,
● — експериментальні значення

Рисунок 2 – Швидкість руху рідини в каналі віброекструдера

Наведений метод розрахунку дає можливість визначити основні характеристики ламінарного конвективного змішування фібробетонної суміші в нових конструкціях змішувальних віброекструдерів.

Перелік посилань:

1. Андреев I.A. Удосконалення процесу змішування фібробетонної суміші при віброекструзії / I.A.Андреев, Г.Ю.Ан // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: III міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2012 р.): тез. допов. – 2012.– С. 38-39.

УДК 621.21

ДИСПЕРГУВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР

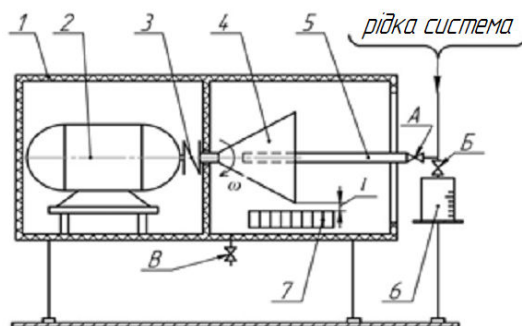
проф., д.т.н. Корнієнко Я.М., магістранти Семененко Д.С., Гайдай С.С.,
Мельник М.П., інженер III кат. Мартинюк О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Для процесу утворення органо-мінеральних добрив з рідких систем важливе значення має спосіб введення рідких гетерогенних систем. Для забезпечення бажаної пошарової структури гранул необхідно забезпечити рівномірне розподілення рідкої системи в об'ємі псевдозрідженого шару без утворення зон перезволоження.

Для вирішення цієї задачі необхідно провести експериментальні дослідження, метою яких буде:

- визначення розмірів факелу розпилу крапель гетерогенного середовища при використанні різних конструкцій диспергаторів;
- визначення швидкостей обертання крайки диспергатора, при яких буде забезпечуватися необхідний розмір крапель;
- формулювання фізичної і математичної моделі процесу диспергування гетерогенних систем.

Для проведення цих досліджень було створено дослідну установку, що зображена на рис.1.



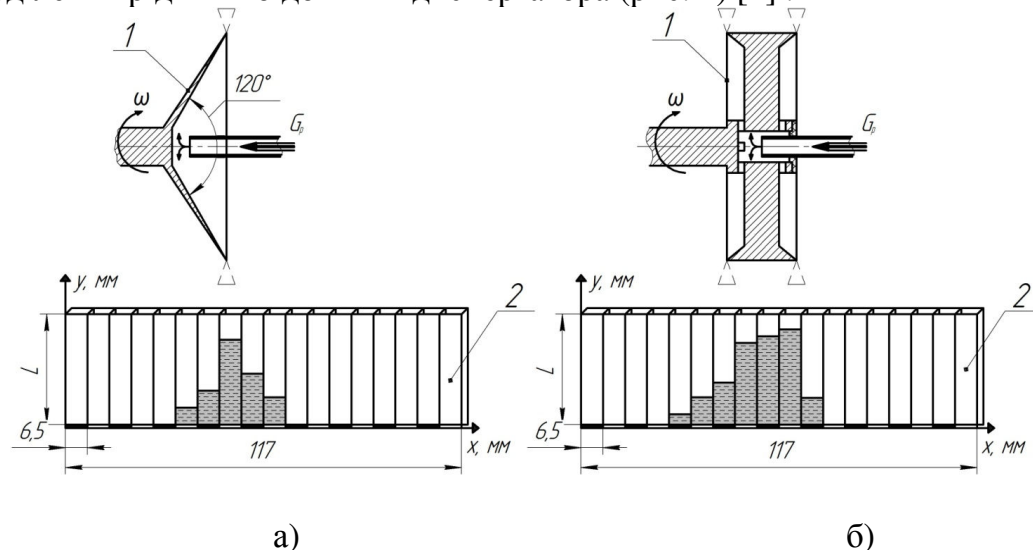
1 – корпус, 2 – двигун, 3 – муфта, 4 – диспергатор, 5 – трубка для подачі розчину, 6 – мірна колба, 7 – касета, А, Б, В – запірні арматура.

Рисунок 1 – Дослідний стенд

Сутність досліджень полягала в тому, що при різних лінійних швидкостях обертання крайки диспергатора визначається масове розподілення рідкої фази вздовж осі обертання, а також лінійна швидкість при якій відбувається інверсія фаз. Витрати рідкої фази вимірювалися об'ємним методом. Модельною рідиною служила вода. Кількість обертів фіксувалася стробоскопом. Визначення розподілень у факелі розпилу проводилося вловлюванням крапель в робочу касету 7, яка встановлюється на відстані l від крайки диспергатора.

На цій установці вже були проведені дослід з використанням двох принципово різних конструкцій диспергатора: двохдискової та конусної з кутом розкриття 120° . Для встановлення залежності щільності масового розподілення

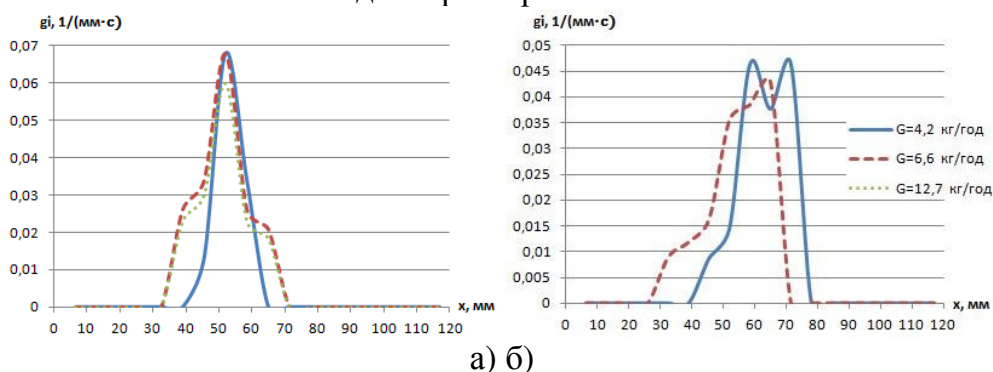
від довжини диспергатора (рис. 3) було побудовано схему визначення розподілення рідини по довжині диспергатора (рис. 2) [1].



G_p – масова витрата рідкої фази

а) – диспергатор з кутом розкриття 120° ; б) – двохдисковий диспергатор
1 – диспергатор; 2 – касета

Рисунок 2 – Схема визначення розподілення рідини по довжині диспергатора



а) б)
 $G=4,2 \div 12,7$ кг/год; $W_{дл}=9$ м/с

а) – диспергатор з кутом розкриття 120° ; б) – двохдисковий диспергатор
Рисунок 3 – Щільність розподілу маси рідини по приведеній довжині зони диспергування

Таким чином, застосування конічного диспергатора має вищу щільність розподілення рідини в порівнянні з двохдисковим диспергатором.

В подальшому планується провести дослідження диспергування ще у двох типах диспергаторів, а також використання у якості модельної рідини суспензії крейди у воді.

Перелік посилань:

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

УДК621.21

СТРУМЕНЕВО-ІМПУЛЬСНА ГІДРОДИНАМІКА ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ

д.т.н., професор, Корнієнко Я.М., магістранти Гайдай С.С.,
Семененко Д.С., Мельник М.П., інженер III кат. Мартинюк О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Ефективний процес утворення твердих гуміново-мінеральних композитів із пошаровою структурою з рідких систем у псевдозрідженому шарі можливе при забезпеченні відповідного гідродинамічного режиму [1], [2].

Зріджувальний агент забезпечує спрямоване переміщення центрів грануляції через зони тепло-масообміну, зрошення та релаксації при висоті шару зернистого матеріалу, яка визначається умовами масообміну.

Дослідним шляхом встановлено, що відношення висоти шару до приведенного діаметра апарата $\frac{H}{D} > 2,4$. Тому для створення направленої циркуляції в апараті запропоновано нові конструкції газорозподільного пристрою (ГРП) та камери гранулятора.

Найбільш ефективною показала себе організація гідродинамічного режиму наведена на рис. 1.

При підведенні зріджувального агента через щілини ГРП здійснюється барботажний режим із утворенням бульбашок газу, які приводять у рух зернистий матеріал. За допомогою направляючої вставки забезпечується вихровий рух гранул, який полягає у проходженні гранул через зону ГРП, висхідну зону I, зону зрошення II, направляючу вставку 3 та низхідну зону III. При цьому ГРП та направляюча вставка забезпечують направлену циркуляцію гранул при відносно високих швидкостях зріджувального агента, завдяки якій відбувається інтенсивний тепло-масообмін.

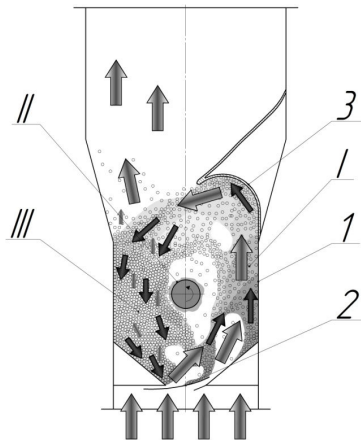


Рисунок 1 – Схема апарата з направленою циркуляцією зернистого матеріалу.

1 - корпус , 2 - газорозподільний пристрій, 3 - направляюча вставка, I - висхідна зона, II - зона зрошення, III - низхідна зона

Такий спосіб організації руху шару зумовлює утворення великих за розмірами бульбашок газу зі зміщеним напрямком руху від ГРП до зони висхідного потоку зернистого матеріалу із $D_e=2,0$ мм. У багатьох випадках об'єм бульбашки на виході із шару становить $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{3}$ об'єму шару. Внаслідок цього на місце виходу газової бульбашки відбувається інтенсивне заповнення вивільненого об'єму з інтенсивністю $\frac{1}{\tau} = 4,17$ Гц, рис. 2.



$\tau=0$ c $\tau=0,06$ c $\tau=0,12$ c $\tau=0,18$ c $\tau=0,24$ c

Рисунок 2 – Циклограма струменевого барботажного режиму при $D_e=2,0$ мм.

Це призводить до активного переміщення гранул у вертикальній та горизонтальній площинах зони зрошення, при відношенні гідравлічного опору псевдозрідженого шару до гідравлічного опору решітки:

$$\psi = \frac{\Delta P_{\text{ш}}}{\Delta P_{\text{реш}}} = \frac{1962}{490,5} = 4.$$

Після цього в низхідній зоні відбувається тепло-масообмін, який забезпечує утворення пошарової структури зернистого матеріалу.

Застосування такої гідродинаміки при одержанні азотно-гумінових твердих композитів із коефіцієнтом гранулоутворення $\psi > 85\%$ дало змогу підвищити питома навантаження поверхні шару за вологою в 2 рази: від $0,25 \frac{\text{кг вол.}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$ до $0,50 \frac{\text{кг вол.}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$ при забезпеченні пошарової структури азотно-гумінових твердих композитів при відносній рушійній силі теплообміну:

$$\frac{T_{\text{вх}} - T_{\text{ш}}}{T_{\text{ш}}} = \frac{180 - 95}{95} = 0,89;$$

Дослідним шляхом встановлено що питома навантаження поверхні шару за вологою на 1 градус рушійної сили становить:

$$\frac{a_f}{\Delta T} = \frac{0,5}{180 - 95} = 0,0059 \frac{\text{кг вол.}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}};$$

витрати енергії на забезпечення такої гідродинаміки:

$$N = (\Delta P_{\text{ш}} + \Delta P_{\text{реш}}) \cdot V_{\text{сек}} = (1962 + 490,5) \cdot 0,03 = 73,6 \text{ Вт.}$$

Перелік посилань:

1. Буевич Ю. А., Минаев Г. А. – «Струйное псевдооживление». – М.: Химия, – 1984.
2. Корнієнко Я.М., Мельник М.П., Гайдай С.С., Семененко Д.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.

УДК 620.952

АНАЛІЗ СКЛАДУ БІОМАСИ ЯК ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

Безгін М.М., к.т.н. Корінчук Д.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Елементний склад біопалива палива відіграє важливу роль при виборі типу котельного обладнання[1,2]. Вміст сірки в паливі становить інтерес насамперед через виникнення сірчистих продуктів згоряння і при її високому вмісті може виникати загроза низькотемпературної корозії в газоходах і димареві. Оскільки хлор (Cl) може утворювати рідкі чи газові агресивні сполуки (при різних температурах) з лужними металами (K і Na), які в свою чергу вступають в реакцію з матеріалом камери згорання, газоходів, понижаючи таким чином температуру плавлення металу з яким контактують (табл.1).

Таблиця 1 – Вплив хлорних сполук на температуру плавлення заліза

Фаза розплаву	Температура плавлення
FeCl ₂	680
FeCl ₃	300
KCl- FeCl ₂	370
KCl- FeCl ₃	215

Хоча вміст важких металів у біомасі не досягає небезпечних величин, у випадку жорстких вимог до охорони навколишнього середовища з ним слід вважатися. Так у різних частинах дерева містяться в малих кількостях нікель, миш'як, кадмій, хром, мідь, ртуть, свинець і цинк (табл. 2)[2].

Властивості біомаси рослинного походження сильно залежать від місця вирощування, пори року й погоди, ґрунту й добрива. Наприклад, вміст хлору в рано прибраній соломі майже в 4 рази вищий, ніж у пізній. Максимальний вміст хлору може досягати 0,97% (табл. 2), і це суттєво впливає на корозію поверхонь нагрівання при спалюванні.

Співставлення показників теплоти згоряння, зольності та температур плавлення золи показало, що найприйнятнішим з зазначених біопалив є деревина, на другому місці — рослинна біомаса. Низька об'ємна щільність у випадку соломи ускладнює використання її як палива в котельному обладнанні. Ефективне використання рослинної біомаси потребує залучення заходів з ущільнення, тобто брикетування або гранулювання цієї сировини.

Низька температура плавлення золи біопалива з рослин та високий вміст сірки та хлору потребує спеціальних низькотемпературних технологій спалювання або використання рослинної біомаси в композиції з іншими паливами з більшою температурою плавлення і аналогічним елементним складом та кінетикою горіння, наприклад, з торфом (табл. 2).

Таблиця 2 – Елементний склад та основні характеристики біомаси

Елемент, % на суху масу	Деревина				Сіно і солома	Торф
	Стовбур	Залишки переробки	Ціле дерево	Пні		
C	48-52	49-52	50-52	48-52	42-43	48-60
H	5,4-6	6-6,2	5,4-6	5,4-6	5-5,2	5-6,5
S	<0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,13-0,16	Сліди
N	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,35-0,41	0,5-3
Cl	0,01-0,03	0,01-0,04	0,01-0,03		0,2-0,75	Сліди
Na	0,001-0,002	0,075-0,03	0,001-0,002			
K	0,02-0,15	0,1-0,4	0,02-0,15			
Основні характеристики						
Летучі в сухій частині, %	75-85				65-70	65-70
Теплота згорання (сухої біомаси), МДж/кг	18,5-20	18,5-20	18,5-20	18,5-20	18,2-18,7	20-21
Вологість добутої біомаси, %	40-55	50-60	45-55	30-50	10-20	39-49
Теплота згорання (добутої), МДж/кг	7-11	6-9	7-10	8-13	14,4-15	10-12
Об'ємна щільність, кг/м ³	250-350	250-400	250-350	200-300	30-120	341-387
Енергетична щільність, МВт·год/м ³	0,7-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9	0,7-1	0,1-0,5	0,89-1,27
Вміст золи, %	0,5-2	1-3	1-2	1-3	3,5	14-15
Температура пом'якшення золи, °С	1000-1400				800-1100	1080-1340

Перелік посилань:

1. Корінчук Д.М. Теплотехнічні характеристики твердих біопалив з торфу і біомаси як енергетичного ресурсу малої енергетики/ Д.М.Корінчук, Ю.Ф. Снежкін //Пром.теплотехника, – 2012,– т.34, № 5. –С.74-81.

2. Alakangas E. Properties of fuels used inFinland // VTT Espoo, 2000,p.199.

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 662.76.032

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ПАЛИВА - ОКИСНИКА ПРИ ПАРОВОПІТРЯНІЙ ГАЗИФІКАЦІЇ ТИРСИ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

студент Орайло О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к. т. н. Собченко В.В.,

Інститут газу НАН України

За оцінками фахівців в області лісопромисловості протягом року від усіх видів лісопереробки утворюється близько 200 тисяч тонн тирси. Ще близько 120 тисяч тонн – це так звана біомаса (гілки, хмиз, пошкоджена деревина, кора, листя, а також кукурудзяне бадилля, солома та інша органіка), що утворюється на місцях лісосік тощо і, як правило, просто перегниває.

Одним з раціональних способів утилізації і отримання якісного горючого газу з тирси є газифікація в псевдозрідженому шарі.

Для отримання якісного генераторного газу з тирси необхідно встановити основні умови проходження процесу, а саме – температурний режим і співвідношення окисника - тирси.

Для розрахунків складу продуктів високотемпературної пароповітряної газифікації тирси була використана автоматизована система термодинамічних розрахунків ТЕРРА [6].

Побудовано графік (рис.2) залежності концентрацій компонентів утвореного газу від температури. З графіка видно, що в діапазоні температур 1100-2100 °С інтенсивність виділення газових компонентів майже незмінна, окрім цього, спостерігається максимальне виділення CO, H₂ і мінімальне CO₂. Тому область 1100-1300 °С є найбільш вірогідною для газифікації тирси.

Для загальної оцінки витрат енергії є необхідним визначення величин ентропій утворення компонентів реакцій, що відбуваються в процесі газифікації. Тому авторами статті був визначений підхід, що базується на використанні формули Д. И. Менделєєва [10] для розрахунку теплоти згорання речовин. Відповідно до цієї формули, нижча теплота згорання речовини (враховуючи правило знаків, що приймається при термодинамічних розрахунках) дорівнює:

$$Q_i = -100 \cdot (81 \cdot \tilde{N}_C + 246 \cdot \tilde{N}_H - 26 \cdot \tilde{N}_{O_2} - 6 \cdot \tilde{N}_W) \cdot 4,19 \text{ [кДж/кг]}.$$

де $\tilde{N}_C, C_H, C_{O_2}, C_W$ – масові долі атомів вуглецю, водню, кисню і ВОДИ.

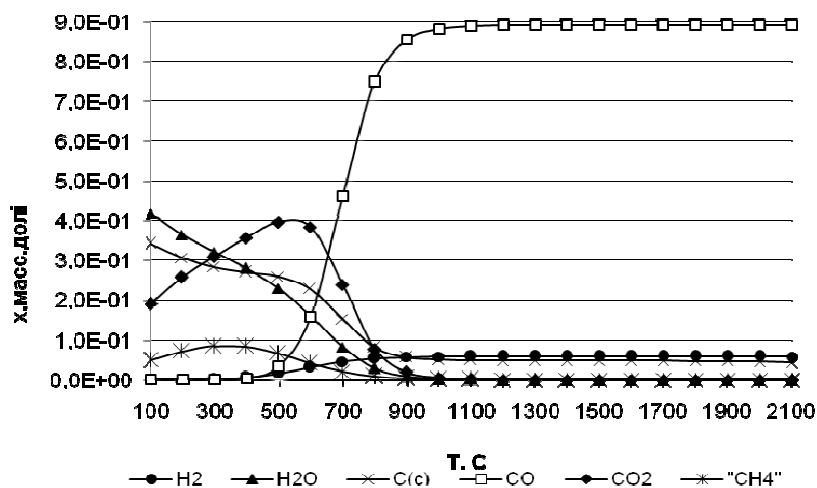


Рисунок 2. Криві концентрацій $H_2, H_2O, C(c), CO, CO_2, CH_4$ при пароповітряній газифікації тирси в псевдозрідженому шарі (співвідношення тирси, O_2 та $H_2O - 4/2/3$)

Виходячи з співвідношень для теплоти згорання:

$$Q_i = \Delta H^{\hat{a}\hat{o}} - \Delta H^{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}, \quad \Delta H^{\hat{a}\hat{e}\hat{o}} = \Delta H^{\hat{a}\hat{o}} - Q_i$$

де $\Delta H^{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$ – сума ентальпій вихідних речовин, $\Delta H^{\hat{a}\hat{o}}$ – сума ентальпій продуктів реакції.

Виходячи з результатів розрахунків можна зробити висновки, що при додаванні повітря в пароповітряну суміш витрати енергії збільшуються, але якість газу значно покращується. Збільшення концентрації пари в дугті, навпаки, погіршує показники якості газу, але підвищує ККД процесу. Тому співвідношення тирси, кисню та пари як 4/2/2 є найбільш раціональним при пароповітряній газифікації тирси в псевдозрідженому шарі. При температурах вище 1300 °C показники витрат окисника збільшуються, що негативно впливає як на якість отриманого генераторного газу, так і на ККД процесу.

Перелік посилань:

1. Трусов, Б.Г. Программная система Terra для моделирования фазовых и химических равновесий: труды XIV межд. Конф. по химической термодинамике [Текст] / Б.Г. Трусов. – М: СПб, 2002. – 483 с.
2. Равич, М.Б. Эффективность использования топлива [Текст] / М.Б. Равич. - М: Наука, 1977. – 344 с.

УДК 678.057

ПРОЦЕС ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРУ В КАНАЛІ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА

к. т. н., доц. Швед М. П., інженер Швед Д.М.,
магістрант Луценко І. В.

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

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

Найбільш поширеною залишається одночерв'ячна екструзія. При цьому одночасно виконуються наступні операції: живлення, стискання, плавлення твердого полімеру, змішування, створення тиску та дозування розплаву. Всі названі процеси тісно пов'язані між собою і виконуються в черв'ячному екструдері одним робочим органом - черв'яком, що ускладнює оптимізацію процесів [1,2, 4]

В дослідженнях процесу плавлення полімеру в каналі черв'ячного екструдера використовують різні фізичні та математичні моделі, які відрізняються трактуванням процесу, врахуванням різних чинників і точністю процесу.

Найчастіше одночерв'ячні екструдери проектуються у відповідності до математичної моделі Тадмора. В цій, так званій «пробковій» моделі процес плавлення розглядається в декартовій системі координат. Умовою руху матеріалу в зоні плавлення є більше тертя між пробкою й циліндром, аніж тертя між пробкою і черв'яком. Унаслідок тертя й передачі теплової енергії від поверхні стінки циліндра утворюється тонка плівка розплаву. Поступово плівка стовщується і, коли вона стає більшою, аніж радіальний зазор між циліндром і гребенем черв'яка, останній починає зіскрібати шар розплаву, який збирається біля його штовхаючої поверхні. Із просуванням пробки гранул уздовж каналу її ширина зменшується, а плавлення закінчується коли пробка зникає. Таку модель побудовано на припущенні, що рух матеріалу в зоні плавлення є стаціонарним, поля швидкостей і температур у кожному перерізі каналу є сталими, а полімер має чітко виражену температуру плавлення. [2,3].

Як було зазначено, плавлення безперервного шару твердої фази представляє собою найбільш поширену методику підходу при моделюванні процесу екструзії. Проте в деяких дослідженнях було встановлено, що тверді частинки за певних умов насправді не стикаються, а є диспергованими в розплавленому матеріалі. Найяскравішими прикладами є екструдери з циліндрами, які оснащені канавками, двошнекові екструдери, або такі, де передбачено повернення частини розплаву в зону плавлення.

Попередньо проведені дослідження показали, що довжина зони плавлення при застосуванні дисперсійної моделі значно зменшується і складає 3-5D проти 10-15D по моделі Тадмора.

З метою інтенсифікації процесу та зменшення загальної довжини зони плавлення запропоновано реалізувати модель дисперсійного плавлення при одночерв'ячній екструзії.

У дисперсійній моделі плавлення приймається, що частинки однорідні, мають сферичну форму і дисперговані в розплавленому полімері. Для заповнення простору між твердими частинками необхідно деякий мінімальний об'єм розплаву. Це означає, що дана модель може бути застосована після того, як деяка кількість твердого матеріалу вже розплавлена, або частина розплаву після зони гомогенізації повертається в зону плавлення [2].

Одними з головних задач дисперсійної моделі плавлення є визначення тривалості плавлення і довжини каналу зони плавлення. При кожному значенні часу визначається розподіл температур по радіусу частинки, яка знаходиться у розплаві. Розрахунок закінчується, коли в центрі гранули температура досягає температури плавлення.

Зміна температури всередині гранули може бути представлено законом теплопровідності (Закон Фур'є):

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \nabla^2 T, \quad (1)$$

де ρ - густина полімеру, C_p - питома теплоємність, λ -теплопровідність, які є функціями від температури. $\nabla^2 T$ - оператор Лапласа, який в сферичних координатах має вигляд:

$$\nabla^2 T = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \varphi} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\sin \varphi \frac{\partial T}{\partial \varphi} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \varphi} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} \quad (2)$$

Якщо прийняти, що температура по координаті φ та θ не змінюється, то рівняння теплопровідності (1) в сферичних координатах приймає вигляд:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$

(3)

Після перетворення рівняння теплопровідності (3) з граничними умовами записується:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho C_p} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{\rho C_p} \frac{\partial \lambda}{\partial T} \left(\frac{\partial T}{\partial r} \right)^2 \quad (4)$$

$$T|_{\tau=0} = T_0$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \quad (5)$$

$$T|_{r=R} = T_p$$

де T_0 - початкова температура, T_p - температура розплаву, r - поточний радіус, який змінюється від $r = 0$ в центрі сферичної гранули до $r = R$ на її поверхні, τ - поточний час.

Крайова задача (4), (5) не має аналітичного розв'язку тому, що ρ , C_p та λ є функціями температури і може бути розв'язана методом сіток. Запишемо ці рівняння в скінченних різницях:

$$T_{ij+1} = T_{ij} + l \frac{\lambda}{\rho C_p} \left(\frac{T_{i+1j} - 2T_{ij} + T_{i-1j}}{h^2} + \frac{1}{r_i} \frac{T_{i+1j} - T_{i-1j}}{h} \right) + \frac{l}{\rho C_p} \lambda'_T (T_{ij}) \left(\frac{T_{i+1j} - T_{i-1j}}{2h} \right)^2 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} T_{i0} &= T_0 \\ \frac{T_{1j} - T_{0j}}{R} &= 0 \\ T_{nj} &= T_p \end{aligned} \quad (7)$$

де $l = \Delta\tau$, $h = \Delta r = \frac{R}{n}$, індекси i та j змінюються по температурі та по радіусу відповідно.

Метод сіток дозволяє визначити температурне поле в середині гранули. Коли температура в центрі гранули досягає температури плавлення процес закінчується. Час, який відповідає тривалості досягнення необхідної температури і є часом плавлення. На рис. 3 представлено графік залежності температури в центрі гранули в залежності від часу перебування її в розплаві.

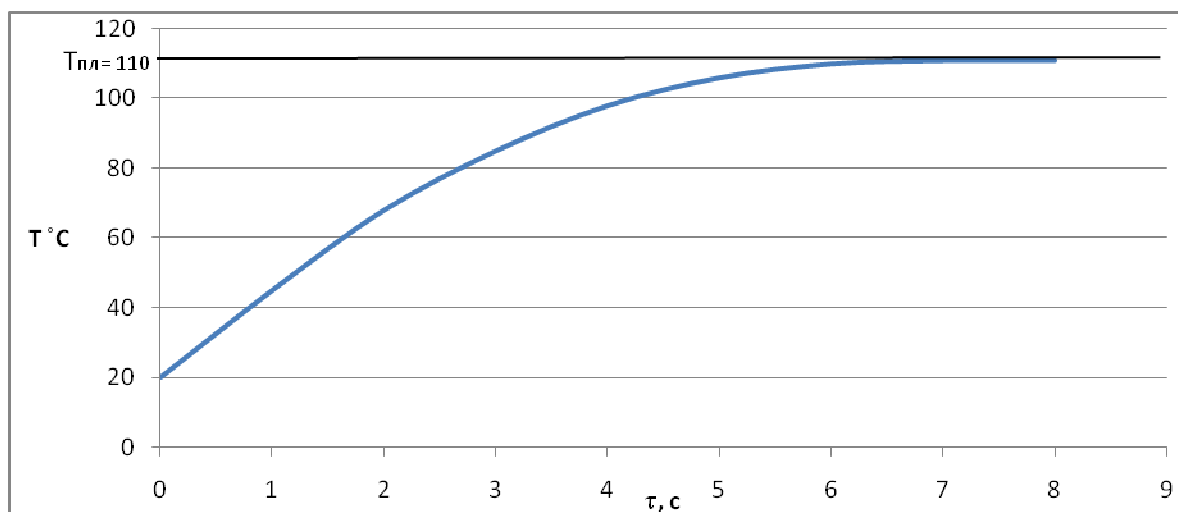


Рис. 3. Графік залежності розподілу температури T в центрі сферичної гранули діаметром 5 мм для поліетилену високого тиску марки 15803-020 в залежності від часу τ її перебування в розплаві

Перелік посилань:

1. Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров / З. Тадмор, К. Гогос; пер. с англ. - М. : Химия, 1984. - 632 с.
2. Раувендааль К. Экструзия полимеров / А. Я. Малкин; пер. з англ. - СПб.: Профессия, 2006. - 768 с.
3. Радченко, Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії / Л. Б. Радченко. — К. : ІЗМН, 1999. - 220 с.

УДК 678.057

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ПОЛІМЕРУ ПРИ ЧЕРВ'ЯЧНІЙ ЕКСТРУЗІЇ

к. т. н., доц. Швед М. П., к. т. н., доц. Воронін Л. Г.,
інженер Швед Д.М., магістрант Богатир А. С.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Проблема ощадливого використання природних сировинних ресурсів для виготовлення полімерів пов'язана з впровадженням ресурсо- і енергозберігаючих технологій

Процесам переробки приділяється значна увага, оскільки з року в рік зростає питома вага виробів із полімерів. Екструзійні методи за останні роки знайшли широке застосування для переробки полімерів та композиційних матеріалів на їх основі.

Метою роботи є розробка математичної моделі та аналітичне дослідження основних параметрів процесу дозування у каналі одночерв'ячного екструдера, де відбувається остаточне розплавлення дрібних включень і вирівнювання температурного поля. Тому час перебування розплаву в зоні дозування повинен бути достатнім для вирівнювання температур та гомогенізації розплаву.

Якщо прийняти, що: рідина – ньютонівська, течія ламінарна і стала, в'язкість розплаву не залежить від температури та нехтуючи силами інерції і тяжіння через їх відносно малу величину, а ширина каналу вважається необмеженою, кривизна каналу незначна (наближення плоских поверхонь), то рівняння руху приймає вигляд:

$$-\frac{\partial P}{\partial x} + \mu \frac{\partial^2 W_x}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

$$-\frac{\partial P}{\partial z} + \mu \frac{\partial^2 W_z}{\partial y^2} = 0 \quad (2)$$

Оскільки розплав рухається без пустот і каверн, то сумарні витрати в напрямках x і z дорівнюють нулю і рівняння нерозривності набувають вигляду:

$$\int_0^H W_x d_y = 0 \quad (3)$$

$$\int_0^H W_z d_y = 0 \quad (4)$$

Вигляд функцій, що є розв'язком системи рівнянь (1) – (4), залежить від граничних умов.

У випадку плоскопаралельної моделі, коли циліндр нерухомий, а черв'як

обертається:

$$W_x /_{y=0} = v_x \quad (5)$$

$$W_z /_{y=0} = v_z \quad (6)$$

$$W_x /_{y=H} = 0 \quad (7)$$

$$W_z /_{y=H} = 0 \quad (8)$$

Розв'язання рівнянь (1) – (4) за цих умов дає змогу отримати вирази для складових швидкості:

$$W_x = v_x \left(1 - 4 \frac{y}{H} + 3 \frac{y^2}{H^2} \right) \quad (9)$$

$$W_z = v_z \left(1 - 4 \frac{y}{H} + 3 \frac{y^2}{H^2} \right) \quad (10)$$

Тоді компоненти швидкості деформації мають вигляд:

$$\gamma_x = \frac{\partial W_x}{\partial y} = \frac{2v_x}{H} \left(\frac{3y}{H} - 2 \right) \quad (11)$$

$$\gamma_z = \frac{\partial W_z}{\partial y} = \frac{2v_z}{H} \left(\frac{3y}{H} - 2 \right) \quad (12)$$

Швидкість обертання черв'яка:

$$v = \pi D n \quad (13)$$

Складові швидкості черв'яка:

$$v_x = v \sin \varphi = \pi D n \sin \varphi \quad (14)$$

$$v_z = v \cos \varphi = \pi D n \cos \varphi \quad (15)$$

$$\varphi = \arctg \frac{s}{\pi D} \quad (16)$$

де s – крок гвинтової нарізки, D – діаметр черв'яка, φ – кут нахилу гвинтової нарізки, n – частота обертання черв'яка.

Коефіцієнт консистентності:

$$K = K_0 e^{\frac{-\beta(T - T_0)}{T_0 + 273}} \quad (17)$$

де K_0 – коефіцієнт консистентності, β – температурний коефіцієнт.

Тоді в'язкість:

$$\mu = K |\dot{\gamma}|^{n-1} \quad (18)$$

де n – показник реологічності, $\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву, яка може бути представлена як:

$$\gamma = \sqrt{\gamma_x^2 + \gamma_z^2} \quad (19)$$

Таким чином об'ємна потужність дисипації:

$$q_v = \mu(\gamma_x^2 + \gamma_z^2) = \mu\gamma^2 \quad (20)$$

Де швидкість зсуву приймає вигляд:

$$\gamma^2 = \frac{4V^2}{H^4}(3y + 2H)^2 \quad (21)$$

Отже,

$$q_v = K \frac{2V}{H^2}(3y - 2H)^{n+1} \quad (22)$$

Якщо прийняти довжину одного кроку:

$$\Delta z = \frac{s}{\sin \varphi} \quad (23)$$

Тоді потужність дисипації на цій ділянці:

$$N = b \Delta z \int_0^H \mu \gamma^2 dy \quad (24)$$

де b – ширина каналу дорівнює:

$$b = (s - e) \cos \varphi \quad (25)$$

e – ширина гвинтової нарізки.

Після інтегрування виразу (24) потужність дисипації на цій ділянці визначається:

$$N = \frac{Kb\Delta z}{3(n+2)} (2V)^{n+1} H^{-n} (1 + 2^{n+2}) \quad (26)$$

Що спричиняє існуюче підвищення температури яке може бути розраховане на базі рівняння теплового балансу:

$$\Delta T = \frac{N}{GC_p} \quad (27)$$

де C_p – теплоємність розплаву при його середній температурі, G – масова продуктивність.

Таким чином рівняння (26) і (27) можуть бути використані для визначення потужності в зоні гомогенізації. Аналіз розрахунків дозволяє надати рекомендації щодо модернізації існуючого чи застосування нового екструзійного устаткування для переробки полімерів.

Перелік посилань:

1. Раувендааль, К. Экструзия полимеров [Текст] : пер. с англ. – А. Я. Малкина – СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.
2. Тадмор, З. Теоретические основы переработки полимеров [Текст] / З. Тадмор, К. Гогос. – М.: Химия, – 1984. – 632 с.

УДК 664.8.047

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛО ТА МАСООБМІНУ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ

магістрант М.Р. Фільова, Ю.Ф. Снежкін чл.-кор. НАН України,
к.т.н., доц. О.Г. Зубрій, к.т.н. Ж.О. Петрова
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

В біотехнологічних, харчових виробництвах сушіння є одним із основних процесів [1]. Цей процес, як правило, досліджується експериментально.

В роботі досліджувався процес сушіння кабачково-яблучної суміші в пропорції 1:1. Суміш розроблена як високоякісна, пробіотична харчова добавка з підвищеним вмістом білків. Властивості пробіотиків проявляють окремі білки (глікопептиди, лактоглобуліни), вітаміни та їх похідні (пантотенова кислота, іантотенати, інозит) [2]. Під час виготовлення виконуються наступні процеси: мийка, бланшування, подрібнення та гомогенізація для забезпечення однорідності розподілу компонентів в суміші, сушіння, розмелювання, фасування.

Суміш звантажувалась до сушильної камери в контейнері. Процес сушіння проводився при таких значеннях параметрів : температура теплоносія $T - 60,70,80,100$ °С; товщина шару $h - 10$ мм; швидкість сушильного агенту $V - 3,5$ м/с. З інтервалом в 9 секунд фіксувалася маса та температура на поверхні та всередині зразка.

За даними експериментів отримали залежності зміни маси тіла від часу (рисунок 1). Встановлено значення першої критичної вологості $W_{к1}=680\%$. Сушіння відбувається переважно в другому періоді – періоді падаючої швидкості. Проведено розрахунок зміни швидкості сушіння dW/dt , в залежності від часу t , (рисунок 2).

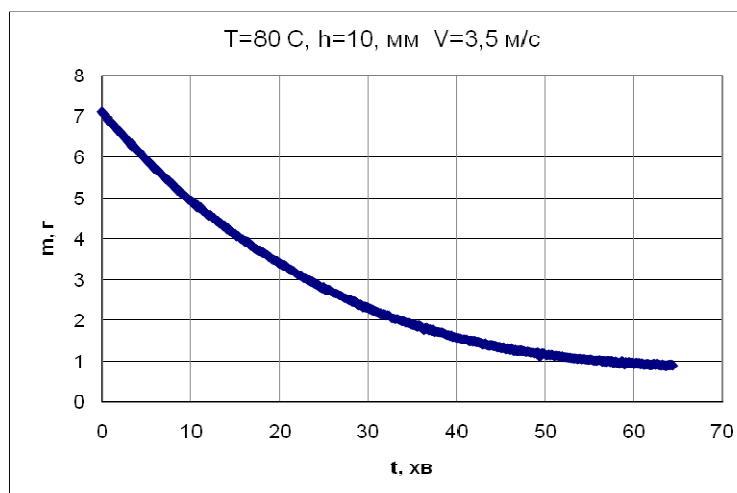


Рисунок 1- Зміни маси матеріалу від час

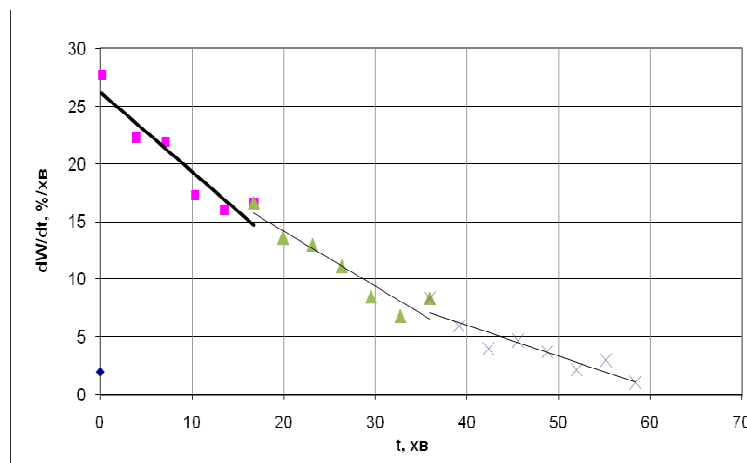


Рисунок 2- Залежність швидкості сушіння від вологовмісту

Встановлено, що для нового харчового продукту другий період сушіння поділяється на три зони, що пояснюється різними механізмами переносу вологи.

Метою роботи є визначення коефіцієнтів сушки та отримання рівняння тривалості сушіння.

Перелік посилань:

1. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. №»Функціональні продукти» Одеса, 2003. – 312 с.
2. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О. «Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошоків» Київ, «Академперіодика», 2007

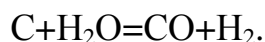
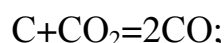
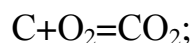
УДК 662.76.035

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

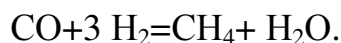
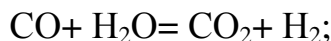
магістрант Негода О.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
к.т.н. Собченко В.В.
Інститут газу НАН України

Газифікація – це термохімічний процес неповного окиснення органічної маси твердого палива киснем і водяною парою з метою одержання горючих газів (СО, Н₂, СН₄ і т.д.) для наступного спалювання – генераторний газ (енергетичний).

Для розрахунків процесу газифікації скористаємося методикою, яка наведена в (2). В процесі горіння й газифікації частки палива всередині її зольного каркасу переміщається локалізований фронт горіння вуглецю – іншими горючими компонентами коксового залишку зневажають через їхню малість. На фронті горіння відбуваються гетерофазні реакції окиснення вуглецю:

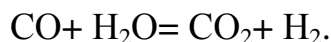


В ході зустрічної дифузії відбуваються газофазні реакції:



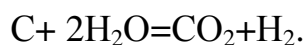
Введемо наступні припущення:

1. У процесі зустрічної дифузії встановлюється рівновага реакції



2. Протікання реакції $CO + 3 H_2 = CH_4 + H_2O$, так само як і реакцією $C + H_2 = CH_4$ можна знехтувати, у підтвердженні чого є низький зміст СН₄ у генераторному газі.

Для подальших розрахунків доцільно просумувати реакції $C+H_2O=CO+H_2$ і $CO+H_2O=CO_2+H_2$ у результаті чого отримують реакцію



Розрахунки об'ємної концентрації вуглецю в коксовому залишку проведемо по формулі:

$$\rho_T = \rho_{\text{каж}}(1 - A^r/100 - W^r/100)(1 - V^{\text{daf}}/100)/0,1201,$$

де $\rho_{\text{каж}}$ – питома густина частки палива, кг/м³.

Розрахунки часу окиснення частки високозольного палива $\tau_{\text{ок}}$ проводять за співвідношенням:

$$\tau_{\text{ок}} = (\rho_T d_c^2) / 24 C_T D_{\text{эф}},$$

де d_c – діаметр частинки палива, м;

C_T – концентрація кисню в газовій фазі, моль/м³.

Розраховуємо тепловміст продуктів газифікації

$$H_{\text{пр.газа}} = V(CO_2) \cdot J(CO_2) + V(H_2O) \cdot [J(H_2O) + H_{\text{исп}}] + V(N_2) \cdot J(N_2) + J_{\text{зл}} \cdot A^r/100 + V(CO) \cdot C(CO) \cdot T_{\text{газ}} + V(H_2) \cdot C(H_2) \cdot T_{\text{газ}} + V(H_2S) \cdot C(H_2S) \cdot T_{\text{газ}}.$$

Визначаємо $Q_{\text{газ}}$ по формулі:

$$Q_{\text{газ}} = 483,9(2,48 H^r - 0,312 O^r - 0,156 S^r_o) + rc(564,7 R(O_2)/RC + 41,1 \lambda R H_2O^{\text{вх}}/RC - 172,2).$$

В подальшій роботі планується вдосконалення математичної моделі процесу газифікації та перевірка її на адекватність шляхом експериментальних досліджень, визначення впливу параметрів на проходження процесу та надання рекомендацій щодо розроблення конструкції газогенератора.

Перелік посилань:

1. Канторович В.Б. Основы теории горения и газификации твёрдого топлива. – Москва: Металлургиздат, 1960 – 350 с.
2. Дешалит Г.И. Расчеты процессов газификации топлива. – Харьков: Изд-во Харьковского ун-та, 1959 – 186 с.

УДК 536.423:66.069.8

ВПЛИВ ДИСПЕРГУВАННЯ РІДИНИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АПАРАТІВ ТЕРМОВАКУУМНОЇ ОБРОБКИ

к.т.н. Целень Б.Я.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Апарати термовакuumної обробки рідини розроблені в Інституті технічної теплофізики НАН України в рамках наукового напрямку дискретно-імпульсного введення енергії в гетерогенні середовища і на сьогоднішній день використовуються для обробки молока і молочних продуктів з метою підвищення їх термостійкості, зниження кислотності, пригнічення мікрофлори тощо, що в кінцевому результаті дозволяє збільшити терміни зберігання продукції без використання різних домішок.

З метою розробки апарата підвищеної продуктивності виникла потреба більш детального вивчення процесів тепломасообміну, які протікають під час роботи таких апаратів з метою зниження непродуктивних енерговитрат.

Встановлено, що визначальний вплив на роботу апарата з точки зору енергоефективності створює якість диспергування рідини в його камерах, оскільки від цього залежить величина площі поверхні контакту між паром і рідиною.

Таким чином, для забезпечення максимально можливого значення ККД для апаратів даного типу необхідно дотримуватись такого режиму ведення процесу в ході якого розміри частинок розпиленої рідини будуть однакового порядку як в камерах конденсації, так і в камерах випаровування. Це зумовлено тим, що для оптимального протікання процесів тепломасообміну необхідно забезпечити не тільки достатньо високу площу поверхні контакту фаз, але також і те, щоб площа даної поверхні була не меншою від тієї, яка утворюється під час розпилювання рідини в камерах випаровування для того, щоб створити умови для більш повної конденсації парової фази, яка поступає з них у камери конденсації. Внаслідок цього рідина, яка розпилюється у камерах конденсації на виході з них буде більш нагрітою, що в результаті повинно значно зменшити витрати енергії на нагрівання рідини в нагрівачі до температури, яка регламентується технічними умовами обробки.

На зображених факелах розпилу рідини під час її розпилювання в камерах конденсації і випаровування (рис. 1а, б) можна побачити те, що про що йшла мова у вищесказаному, тобто розміри частинок розпиленої рідини в камерах конденсації значно перевищують такі в камерах випаровування.

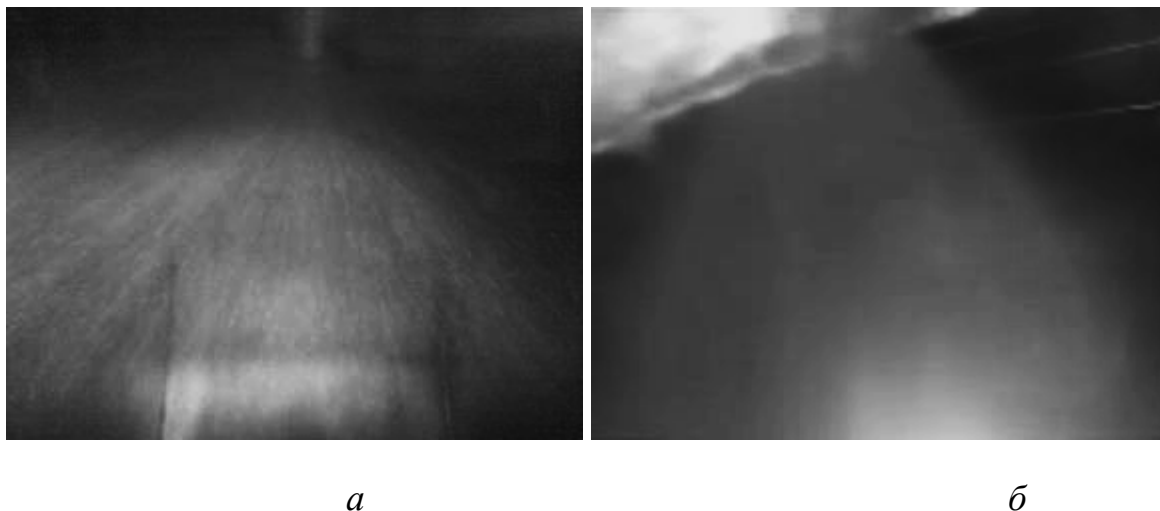


Рис. 1– Факели розпилу рідини під час розпилювання води в камерах:
a – конденсації; *б* – випаровування.

Розрахунки показали, що розмір дисперсних частинок рідини в камерах випаровування становить приблизно 100 мкм, проте в камерах конденсації ефективний діаметр дисперсних частинок рідини становить приблизно 2-3 мм.

Для того, щоб забезпечити необхідну якість диспергування рідини в камерах конденсації, необхідно змінити існуючу струминну форсунку на форсунку іншого типу. Найбільш придатними для вирішення поставленої задачі є відцентрові форсунки, які дозволять отримати менші розміри дисперсної фази, тобто створять умови для того, щоб розмір дисперсних частинок рідини в камерах конденсації був якомога ближчим до розміру дисперсних частинок рідини в камерах випаровування.

В результаті проведеного дослідження вдалось зменшити енергетичні витрати на роботу апарата на 30%. Для апарата продуктивністю 5 т/год ця величина становить приблизно 150 кВт-год або 0,13 Гкал.

СЕКЦІЯ 4

**«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ
УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО
ВИРОБНИЦТВА»**

УДК 66.047.541

ПРОЦЕС СУШІННЯ БІШОФІТУ

к.т.н., проф. Марчевський В.М., аспірант Улітько Р.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

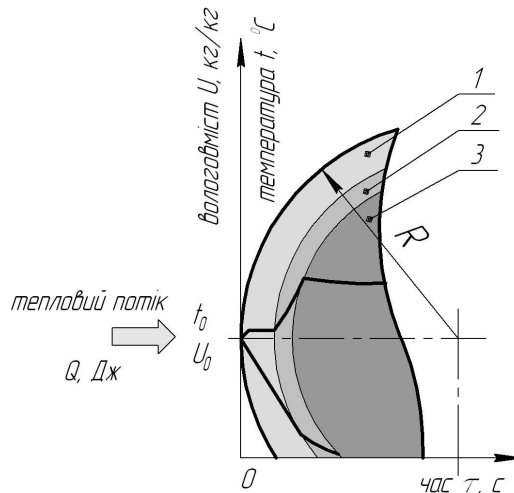
Аналіз матеріалів вітчизняних і зарубіжних публікацій показав, що кінетика процесу сушіння бішофіту та обладнання для його здійснення в літературних джерелах освітлено недостатньо.

Тому мета даної роботи – виявлення кінетичних закономірностей процесу сушіння кристалічного бішофіту і отримання основних показників, необхідних для розробки промислової сушарки.

Фізична модель.

Вологий бішофіт після центрифугування складається з полідисперсних кристалів кубічної форми. В радіальному перетині вологого кристалу бішофіту можна виділити три характерних зони :

- плівка розчину бішофіту на поверхні кристалу;
- шар адсорбованих поверхнею кристалу молекул зв'язаної води;
- шар кристалічного матеріалу кристалу.



1 – зона плівки вільної вологи; 2 – зона адсорбованої вологи поверхнею кристалу; 3 – зона твердого тіла

Рисунок 1 – Схема розподілення температури та вологовмісту від часу

Взаємодія вологої поверхні кристалу з тепловим потоком викликає інтенсивне випаровування води із плівки розчину першого шару за температури мокрого термометра.

Вологовміст кристалів в процесі сушіння плівки розчину зменшується з постійною швидкістю, величина якої залежить від щільності теплового потоку і парціального тиску парів води в теплоносії.

Із закінченням першого періоду сушіння починається випаровування адсорбційно зв'язаної вологи. Швидкість цього процесу

зменшується з часом, а температура поверхні кристалу зростає. За температури вище 70 °С починає видалятися кристалізаційна вода. На поверхні кристалів з'являються білі цятки – зародки нової фази. З часом зародки збільшуються і перекривають всю поверхню кристалу, відбувається зменшення кількості молекул зв'язаної води і відповідно зменшення виходу матеріалу і зміна якості матеріалу, що не завжди добре [1].

Математична модель процесу

Згідно з фізичною моделлю математичну модель процесу сушіння можна представити наступними рівняннями:

$$\begin{cases} \frac{dU}{d\tau} = a \cdot (t_1 - t_0) / (r_w \cdot m_e) - K \cdot U \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} = a_T \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\varepsilon_w \cdot r_w}{c} \cdot \frac{\partial U}{\partial \tau} \\ \frac{\partial X}{\partial \tau} = Z_0 \cdot \exp\left(\frac{E}{R \cdot T}\right) \cdot X \end{cases} \quad (2.2)$$

де a , b , v , z , d – експериментальні коефіцієнти; a_T – коефіцієнт теплопровідності, м²/с; T – температура, К; ε_w – коефіцієнт фазового перетворення; r_w – питома теплота пароутворення, Дж/кг; m_e – питома маса абсолютно сухих кристалів, кг/м²; c – питома теплоємність, Дж/кг·К; Z_0 – предекспоненціальний множник, с⁻¹; E – енергія активації, Дж/моль; R – універсальна газова стала, Дж/моль·К; X – степінь дегідратації; U_0 – початковий вологовміст, кг/кг; q – щільність теплового потоку, Вт/м²; K , B – експериментальні константи.

Граничні умови:

$$-\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = \alpha (T_T - T_K)$$

де T_T , T_K – температура теплоносія, поверхні кристалу, К;
 λ – коефіцієнт теплопровідності бішофіту, Вт/м·К; α – коефіцієнт тепловіддачі від теплоносія до поверхні кристалу, Вт/м²·К.

Початкові умови при $\tau_0=0$:

$$U = U_0 \quad T = T_0 \quad X = X_0$$

Розроблена фізична та математична моделі процесу сушіння і дегідратації кристалічного бішофіту. Результати роботи впроваджено на Ніжинському ДП ВАТ «Периклаз».

Перелік посилань:

1. Реакция твердых тел/ М. Браун, Д. Доллимор, А. Галвей/ Пер. с англ. Под ред. В.В. Болдырева – М.: Мир1983. – 360 с.
2. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков – М.:Энергия, 1968. – 472 с.
3. Д. Янг. Кинетика разложения твердых веществ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 262с., ил.

УДК 676.056.42

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО
ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА**

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

У пресах із поперечним фільтруванням води в сукні волога в результаті дії градієнтів тиску і температури переміщуються із паперового полотна в сукно, проходить сукно в поперечному напрямі і виходить із нього в жолобки чи глухі отвори пресового вала, а парова частина вологи конденсується в сукні.

Матеріальний баланс процесу:

$$j_m = j_p + j_{i\delta\delta\delta} \quad (1)$$

де j_m - сумарний потік, j_δ - потік рідкої фази, $j_{i\delta\delta\delta}$ - потік пари.

Сумарна щільність потоку j_m вологи в умовах інтенсивного кипіння в вологому шарі паперу, який контактує з нагрітою поверхнею валу.

$$j_m = j_p + j_{i\delta\delta\delta} = -a_m \left(\rho_c \frac{\partial u}{\partial z} + \delta\rho_c \frac{\partial t}{\partial z} + \delta_n \frac{\partial p}{\partial z} \right) + k\rho \frac{\partial v}{\partial z} \quad (2)$$

де a_m - коефіцієнт масо провідності.

Тепловий потік відповідно (2):

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} + j_n r + (j_n + j_p) \cdot i_p \quad (3)$$

Подальша задача дослідження полягає в знаходженні експериментальних коефіцієнтів та граничних і початкових умов.

Перелік посилань:

1. Лыков А.В. Теплообмен в процессах сушки / А.В. Лыков. – Москва-Ленинград; Госэнергоиздат, 1956. – 64 с.
2. Луцик П.П. Масотермическое деформирование капиллярно-пористых каплоидных тел. в процессе сушки / П.П. Луцик // Теплообмен- VII. - Минск: 1984. – С 90-93

УДК 676.02

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ

к.т.н. проф. Марчевський В.М., магістрант Прокоп'єв М.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Метою даної роботи є встановлення кінетичних закономірностей процесу пресування та основних технологічних параметрів башмачного пресу, які необхідні для розробки методики розрахунку і конструювання башмачного пресу.

Робота пресової частини папероробної машини оцінюється по кількості води, що видаляється, і рівномірній вологості по ширині полотна після пресів. Зневоднююча спроможність пресової частини залежить в першу чергу від довжини зони контакту валів та від кількості цих зон. При пресуванні одночасно із зневодненням полотна змінюється його структура, збільшуються площа контакту між волокнами та сила зчеплення між ними[1].

Вітчизняні папероробні машини забезпечують сухість полотна після пресової частини близько 35-40%. Одним із шляхів збільшення сухості є застосування башмачного преса, в якому за рахунок збільшення довжини зони контакту збільшується час пресування, завдяки чому сухість полотна перед сушильною частиною може бути збільшена до 50-55%.

Кінетику процесу пресування паперового полотна із застосуванням башмачного пресу можна описати рівнянням Дарсі-Герсеванова[2]:

$$u - \varepsilon u_c = -k \frac{\partial H}{\partial z}.$$

Зміну в часі тиску (H) описують рівнянням типу рівняння Фур'є:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 H}{\partial z^2}.$$

Граничні умови:

$$\left. \begin{aligned} z = 0, \quad H = \mu_1(t); \\ z = \delta, \quad H = \mu_2(t). \end{aligned} \right\}$$

Тиск на поверхню паперового полотна у будь-якій точці зони контакту валів у координатах $p - x$:

$$\left\{ \begin{aligned} x = (0; a), \quad p_i = kx \\ x = a, \quad p_i = ka = const \end{aligned} \right.$$

В ході роботи було розроблено нову модель башмачного пресу, що дозволяє створити додатковий гідравлічний тиск та збільшити час пресування і підвищити сухість паперу після пресу.

Перелік посилань:

1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства : в 2-х томах: Т.2 : Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин, В.А. Екимова – М.: Лесная промышленность, 1981 – 264 с.

2. Прессование бумажного полотна/ Новиков Н.Е. – М.: Лесная промышленность, 1972 – 240 с.

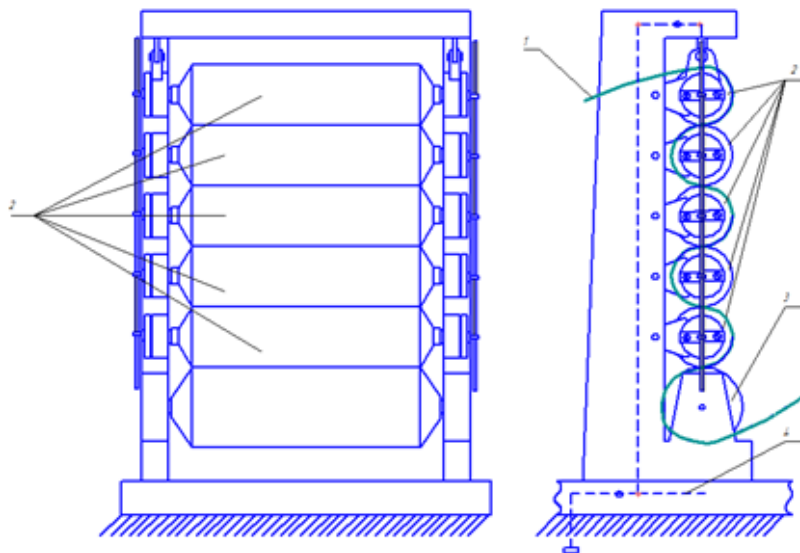
УДК 676.05

ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КАЛАНДРУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

к.т.н., доц. Семінський О.О., магістрант Мигаль О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Каландрування застосовується на заключному етапі виробництва картоно-паперової продукції для покращення її фізико-механічних властивостей та органолептичних показників. Проте, незважаючи на важливість правильного вибору параметрів цього процесу для одержання високоякісної продукції, аналіз літератури свідчить про недостатню дослідженість каландрування.

З метою дослідження параметрів процесу каландрування та встановлення надійних залежностей, що дозволяють керувати процесом та розраховувати обладнання у відповідності до особливостей продукції, що виробляється, на кафедрі МАХНВ НТУУ «КПІ» створено лабораторну установку схема якої наведена на рисунку 1.



1-паперове полотно, 2- вали каландрування, 3 – приводний вал,
4 – механізм притискання-вилегшування.

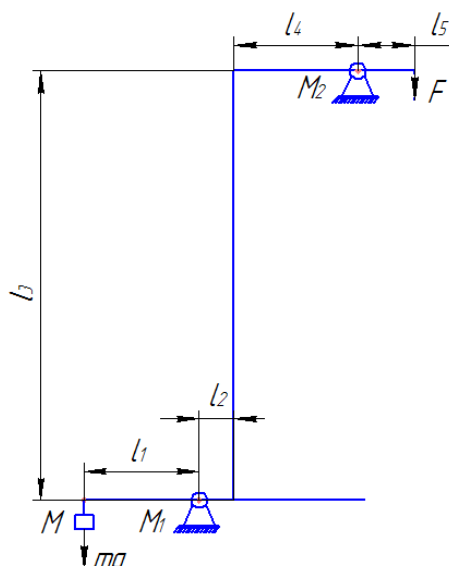
Рисунок 1 – Схема лабораторної установки для дослідження каландрування.

Принципи дії установки полягає у наступному: попередньо зволожене паперове полотно 1 заправляється у перший захват між двома

верхніми валами і безперервною стрічкою пропускається через всі захвати між валами зверху вниз.

Металеві вали, що розташовані у вигляді вертикальної батареї 2, приводяться до обертання за рахунок притискання один до одного по периферії та контакту з нижнім приводним валом 3, що через редуктор з'єднаний з електродвигуном. П'ять ведених валів каландру по вісях з'єднані між собою спеціальною шпилькою, а також приєднані до механізму притискання-вилегшування 4, за допомогою якого відбувається регулювання лінійного тиску та зазору між валами.

Механізм притискання-вилегшування, кінематична схема якого наведена на рисунку 2, виконаний у вигляді системи важелів. В точці M прикріплюється вантаж, під дією якого важелі притискають вали, створюючи при цьому заданий лінійний тиск, який досить просто можна регулювати змінюючи вантажі.



Лабораторна установка для дослідження процесу каландрування дозволяє за рахунок зміни частоти обертання валів, регулювання величини лінійного тиску в захватах та використання паперового полотна з різною вологістю та масою квадратного метра проводити дослідження каландрування в широких межах варіювання параметрами процесу, що, в свою чергу, дає можливість визначити вплив різних факторів на якість продукції та одержати надійні залежності для визначення технологічних режимів обробки паперового полотна для кожного конкретного виробництва. Дана установка активно використовується при проведенні наукових досліджень та у навчальному процесі.

УДК 676.04.02

СУШИЛЬНА УСТАНОВКА З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНИХ ТІЛ ТА ЖИВИЛЬНИКОМ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сушильна установка з псевдозрідженим шаром інертних тіл та живильником може бути використана в целюлозно-паперовій, харчовій, фармацевтичній, лакофарбовій, мікробіологічній, хімічній та інших галузях промисловості. Вона складається із: завантажувального бункера; рукавного фільтра; живильника; двох вентиляторів; калорифера; сушильної камери з патрубками подачі сушильного агенту та його відведення разом із висušеним матеріалом. В конструкцію живильника (рис. 1) входить: привід, рама, вал, завантажувальний бункер, лопать, перфорована пластина. Вологий матеріал завантажується в завантажувальний бункер 4 живильника, звідки, протирається крізь перфоровану пластину 6 за допомогою лопаті 5. Лопать закріплена на валу 3, що з'єднаний з приводом 1.

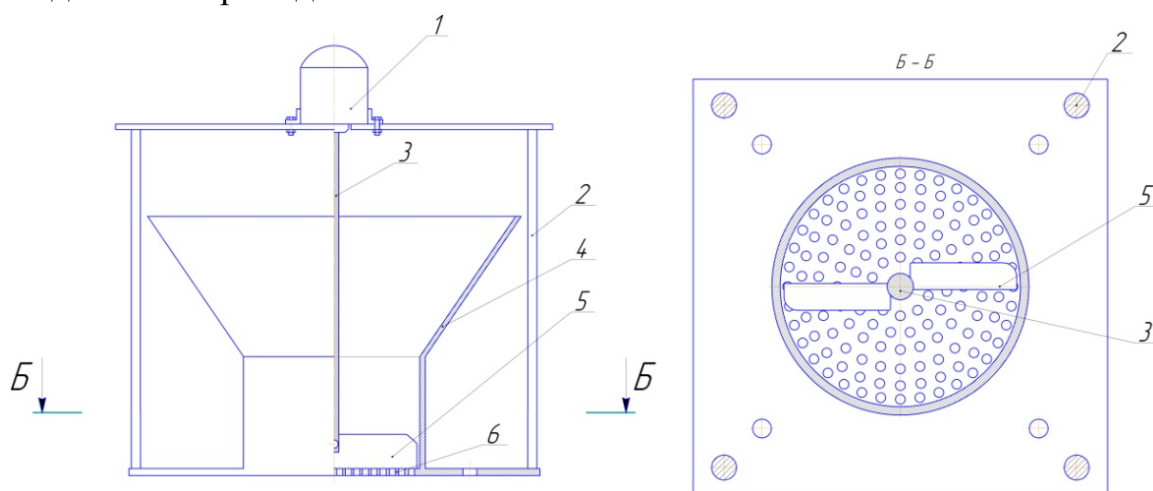


Рисунок 1 – Схема живильника-дозатора.

1 – привід; 2 – рама; 3 – вал; 4 – завантажувальний бункер; 5 – лопать; 6 – перфорована пластина.

Протертий вологий матеріал із живильника поступає в сушильну камеру, де висušується в псевдозрідженому шарі на інертних тілах, стирається та з потоком сушильного агенту поступає в рукавний фільтр. У фільтрі проходить очищення сушильного агенту від сухого матеріалу.

Сушильний агент відводиться в навколишнє середовище, а висушений матеріал збирається у фільтрі.

В якості інертних тіл для сушильної установки використовуються гранули поліпропілену, що мають такі параметри: середній діаметр гранул - 3 мм, насипна густина – 950 кг/м³. Також в якості інертних тіл використовуються гранули ізпасти TiO₂, з додаванням 10% рідкого скла. Ці гранули були сформовані у вигляді правильних циліндрів, висушені при температурі 90°C та піддані термічній обробці при температурі 800 °C. Насипна густина таких гранул – 730 кг/м³.

Умовою переходу інертних тілу псевдозріджений шар є співвідношення:

$$\Delta P = \frac{m \cdot g}{F}, \text{Па},$$

тобто втрата напору ΔP дорівнює сумарній вазі шару ($m \cdot g, H$), віднесений до площі $F, \text{м}^2$ поперечного перерізу сушильної камери, незалежно від величини швидкості. При цьому критична швидкість $w_{кр} = 2 \text{ м/с}$, а робоча швидкість $w_p = 3 \text{ м/с}$. Ця залежність ілюструється графіком на рис. 2.

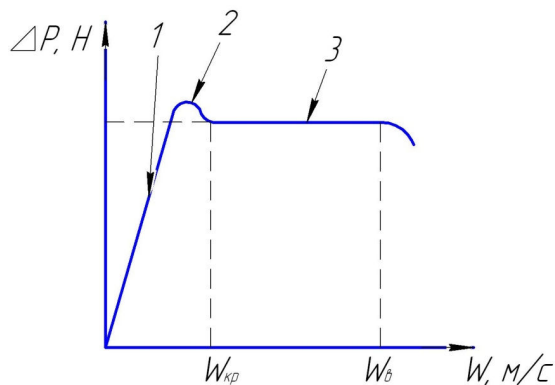


Рисунок 2 – Криві псевдозрідження.

- 1- крива, яка відповідає фільтрації крізь стаціонарний шар інертних тіл; 2 – перехід у псевдозріджений стан шару інертних тіл; 3 – псевдозріджений шар інертних тіл.

Перелік посилань.

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

УДК 662.638

УТИЛІЗАЦІЯ ПАПЕРОВОЇ УПАКОВКИ

к. т. н., проф. В.М. Марчевський, магістрант В.А. Пустовіт
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

З кожним роком збільшуються об'єми використання паперової упаковки, яка з часом повинна повністю замінити полімерну упаковку. Відповідно зростають об'єми використаної упаковки, що потребують утилізації.

Складність утилізації полягає в тому, що значна кількість відпрацьованої упаковки ламінована полімерною плівкою. Способи відділення цієї плівки від паперової основи в літературі не описані.

Ми пропонуємо розділяти полімерну частину від паперової за допомогою бактерій. В процесі анаеробного бродіння паперова частина перетворюється на біогаз та невеликі залишки лігніну. При цьому полімерна частина може бути відділена та відправлена на переробку.

Суттєвим недоліком цього процесу є мала швидкість його протікання. Внаслідок чого для його здійснення потрібні громіздкі і дорогі реактори. Тому дослідження, направлені на визначення технологічних параметрів і кінетичних закономірностей процесу з метою його інтенсифікації є актуальні. [1]

Процес анаеробного бродіння відноситься до багатостадійних процесів. В кожній стадії цього процесу протікають певні фізико-хімічні і біологічні процеси. Тому важливо виділити основні стадії процесу і визначити стадію, яка лімітує швидкість загального процесу та знайти технологічні параметри і кінетичні закономірності її здійснення та інтенсифікації.

Умовно процес анаеробного бродіння можна розділити на 3 основні стадії. [2]

На першій стадії відбувається розщеплювання целюлози і целюлозомістких відходів гідролізом в присутності ферменту на моно- і дисахариди. Збільшують швидкість гідролізу введенням в систему ферментів, які прискорюють швидкість розщеплення. Для полісахаридів і, зокрема, целюлози, таким ферментом є целюлаза.

На другій стадії, яка протікає в результаті життєдіяльності кислотоутворюючих бактерій, продукти гідролізу першої стадії розкладаються на спирти, альдегіди, кетони, вуглекислий газ, водень та воду. Швидкість біохімічних процесів, які протікають в другій стадії залежить від концентрації (кількості) кислотоутворюючих бактерій. З ростом концентрації цих бактерій збільшується виділення CO_2 і, відповідно, збільшується кислотність субстрату, зменшується його рН, що пригнічує життєдіяльність бактерій і, відповідно, швидкість біохімічних процесів.

В третій стадії відбувається метанове бродіння, яке є остаточним бактеріальним перетворенням органічних речовин в CO_2 і CH_4 . Одночасно із CO_2 і H_2 , які виділились в другій стадії, в третій стадії утворюється метан і вода. Метаноутворюючі бактерії більш чутливі до умов середовища ніж кислотоутворюючі. Вони потребують абсолютно анаеробного середовища.

Загальним параметром, який максимально впливає на швидкість процесів всіх трьох стадій, є температура субстрату. Рекомендовані межі температурного діапазону складають 33...54 °C. [2]

На швидкість процесів в 2-й і 3-й стадіях суттєвий вплив має кислотність субстрату. Рекомендовані межі рН субстрату 6,5...7,5 [2]. Значний вплив на швидкість процесів всіх стадій здійснює перемішування субстрату.

Аналіз біофізичних процесів, які протікають при оптимальних параметрах, показує, що лімітуючою стадією, очевидно, є третя стадія – метанове бродіння.

В біореакторі бактерії другої і третьої стадій процесу в водному середовищі (субстраті) продукують біогаз, який поглинається об'ємом води субстрату. В такому процесі дифузійно-конвективний розподіл концентрації біогазу в об'ємі субстрату визначають рівнянням конвективної дифузії доповненим додатком, який враховує наявність об'ємного джерела біогазу.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + (\vec{\omega}, \text{grad}c) = D\nabla^2 c + m_v \quad (2)$$

Реактори лабораторні і значна кількість промислових працюють в стаціонарному режимі $\frac{\partial c}{\partial \tau} = 0$ та без перемішування субстрату і газу $\vec{\omega} = 0$. Ці умови значно спрощують рівняння конвективної дифузії.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D\nabla^2 c + m_v \quad (3)$$

Питому потужність джерела біогазу m_v можна представити загальним рівнянням швидкості хімічного або фізичного процесу.

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = kc^m \quad (4)$$

де c – концентрація, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; k – константа швидкості процесу, $1/\text{с}$; τ - час, с.

Експериментальні дослідження показують (рис. 2), що основний час реактор працює в стаціонарному режимі, який характеризується постійною швидкістю виділення біогазу.

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} = m_v \quad (5)$$

Якщо виразити концентрацію в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а вихід віднести до об'єму субстрату, отримаємо рівняння питомої об'ємної потужності джерела біогазу.

$$\frac{\rho \partial v}{v_c \partial \tau} = m_v, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \text{с}} \quad (6)$$

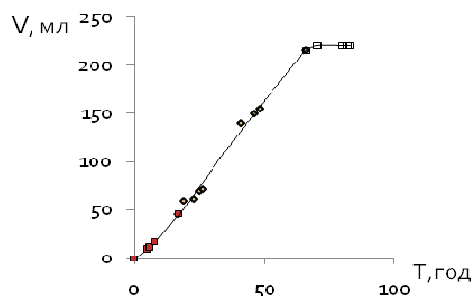


Рис. 2 – Залежність виходу біогазу від часу роботи реактора

Для інтегрування рівняння (4) можна використати наступні умови однозначності: межові умови четвертого роду для двох суміжних областей, в яких розподілений біогаз у вигляді рівності дифузійних потоків біогазу на межі розподілу фаз та межові умови першого роду на межі контакту фаз з внутрішньою поверхнею корпусу реактора.

Математична модель процесу

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial \tau} &= D \nabla^2 c + m_v \\ \frac{\rho \partial v}{v_c \partial \tau} &= m_v \\ D_1 \frac{\partial c_1}{\partial z_1} \Big|_M &= D_2 \frac{\partial c_2}{\partial z_2} \Big|_M \end{aligned}$$

Початкові умови: $\tau_0 = \tau_{ст}, c = c_{ст}; z_0 = 0.$

де D_1, D_2 – коефіцієнти дифузії біогазу у воді та газі відповідно;

c_1, c_2 – концентрації біогазу у воді та газі відповідно.

Висновки

- Складено фізичну модель процесу.
- Показано, що в стаціонарному режимі роботи біореактора швидкість питомого виходу біогазу має постійне значення.
- На основі фізичної моделі запропоновано математичну модель процесу, яка буде використана в подальших дослідженнях.

Перелік посилань:

1. Баадер В. Биогаз: Теория и практика / Е. Доне, М. Бренндерфер. – М. : Колос, 1982. – 148с.
2. С. Д. Варфоломеев, С. В. Калужный. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов. М.: Высшая школа, 1990, 296 с.
3. Романков П.Г. Массообменные процессы химической технологи / Н.Б.Рашковская, В.Ф.Фролов – М.: Химия, 1975. – 336 с.

УДК 676.056.42

ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ГАРЯЧОГО ВАЛУ ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

к.т.н., проф. Марчевський В.М., ас. Мельник О.П., магістрант Макаренко
А.А., магістрант Биковець Д.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Використання гарячого валу на пресах дозволяє значно підвищити сухість паперового полотна, що дає економію витрат газу на отримання пари для сушильної частини ПРМ. Тому дослідження гарячого пресування та розроблення ефективних гарячів пресів, що спроможні суттєво збільшити сухість паперового полотна є актуальною проблемою.

Щоб зменшити втрати тепла в навколишнє середовище при нагріванні гарячого валу запропоновано конструкцію валу з внутрішнім джерелом тепла. У якості внутрішніх нагрівачів використовуються карборундові стрижні, які закріплені нерухомо всередині валу, корпус якого обертається навколо нагрівачів. Стрижні, нагріваючись, створюють постійний тепловий потік на внутрішню поверхню валу. Від внутрішньої поверхні валу тепло передається теплопровідністю до зовнішньої поверхні. При цьому розподіл температури в об'ємі корпусу валу можна описати рівнянням теплопровідності:

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

де t – температура, °С; τ – час, с; a – коефіцієнт теплопровідності валу, м²/с; r – поточний радіус валу, м.

Початкові умови:

$$\tau = 0; t = t_i$$

(2)

де t_n – початкова температура валу, °С.

Граничні умови на внутрішній поверхні валу:

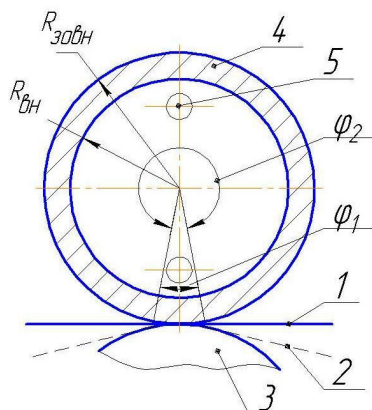
$$\text{при } r=R_{\text{вн}}: q = \text{const} = \frac{N}{\pi \cdot D_{\text{вн}} \cdot \hat{A}} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial r} \quad (3)$$

де $R_{\text{вн}}$ – внутрішній радіус валу, м; λ – коефіцієнт теплопровідності валу, Вт/(м°С);

q – густина теплового потоку, який діє на внутрішню поверхню валу, Вт/м²;

$D_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр валу, м; B – довжина робочої частини валу, м;

N – потужність електричних нагрівачів, Вт.



1- паперове полотно,
2 – сукно пресове, 3 – нижній приводний вал, 4 – корпус, 5– електричний нагрівач,
 φ_1 – сектор контакту валів,
 φ_2 – сектор контакту гарячого валу з повітрям,

Рисунок 1 – Схема нагріву верхнього валу пресу

На зовнішній поверхні валу вздовж зони контакту валів φ_1 та зоною контакту зовнішньої поверхні валу з повітрям φ_2 діють граничні умови третього роду:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial r} = \alpha_1 (t_a - t_s) \quad (4)$$

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial r} = \alpha_2 (t_a - t_f) \quad (5)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності валу, Вт/(мК); t_e – температура валу, °С; t_s – температура випаровування води з поверхні паперового полотна, °С; t_f – температура повітря навколишнього середовища, °С; α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні валу до вологої поверхні паперового, Вт/(м²·К); α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні валу до повітря навколишнього середовища, Вт/(м²·К).

Приведене рівняння з початковими і кінцевими умовами є математичною моделлю гарячого валу. Інтегрування математичної моделі дає змогу отримати температуру випаровування води з поверхні паперового полотна, яка необхідна для розрахунку тиску пари в захваті пресу.

Перелік посилань:

1. В. М. Марчевський, Л.Г. Воронін, А.О Біловол, О.П. Мельник. Кінетика гарячого пресування паперового полотна. Наукові праці одеської національної академії харчових технологій, випуск 32-2007.

УДК 676.038.2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ФОРМУВАННЯ ОСАДОВОГО ШАРУ З ВОЛОКНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ

Магістрант Баранович С.О., магістрант Тихомиров О.М.,
доцент, к.т.н. Семінський О.О., аспірантка Остапенко А.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

При виготовленні картонно-паперової продукції найбільш важливим етапом є формування полотна у вигляді осадового шару волокнистих суспензій, що проводиться на сіткових частинах паперо- та картоноробних машин. Саме на цьому етапі формується структура полотна та утворюються зв'язки між волокнами, від яких залежить якість продукції. Звідси впливає необхідність визначення необхідної тривалості формування, а також прогнозування впливу на тривалість формування технологічних параметрів процесу та параметрів волокнистої суспензії.

З літературних джерел відомо, що на тривалість формування найбільше впливають такі параметри [1, 2]:

1) Перепад тиску. На сіткових частинах встановлюється в межах 3...40 кПа. Збільшення глибини розрідження підвищує ступінь зневоднення полотна, але в той же час значно збільшується спрацювання сітки та потужність, що споживається сітковою частиною. Крім того, надмірно великі значення перепаду тиску призводять до нерівномірної віддачі рідини по площі осадового шару та утворення промоїн наслідком чого є порушення структури полотна.

2) Концентрація маси. Встановлюється в межах 0,15...1,2 %. Вважається, що чим менша концентрація волокон у суспензії тим менша кількість контактів волокон одне з одним і тим менша імовірність утворення згустків та флокул.

3) Ступінь помелу маси. В залежності від виду продукції що виробляється обирається у межах 45...78 °ШР. Зі збільшенням градуса помелу збільшується флокуляція та час зневоднення, підвищується ступінь деструкції волокон та ростуть сили капілярної контракції і гідрофобні властивості. Також ступінь помелу впливає на пористість осадового шару.

4) Температура суспензії. Розігрівання маси має обмежене використання внаслідок низької енергоефективності методу. Однак, навіть незначне підвищення температури зумовлює суттєве зменшення в'язкості волокнистих суспензій, що суттєво прискорює фільтрацію рідкої складової суспензії крізь осадовий шар. Тому на практиці буває доцільним застосувати нагрівання суспензії до 30...40 °С.

При проведенні експериментальних досліджень та аналізі одержаних даних використані положення теорії планування експерименту [3]. Дослідження проводились з використанням макулатурної маси з тришарового гофрокартону без друку. За результатами проведених досліджень визначено залежності часу формування як функції від перепаду тиску, концентрації волокна в суспензії і температури суспензії для різних значень ступеня помелу волокон. Одержано відповідні рівняння регресії у вигляді:

$$\tau = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3,$$

де τ – функція відклику; X_1, X_2, X_3 – фактори, що відповідають перепаду тиску, концентрації маси та температурі суспензії; b_0, b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти рівняння регресії. Знайдено розрахункові залежності для розрахунку часу формування в декодованому вигляді. Підтверджено лінійну залежність часу формування від обраних параметрів.

Одержані залежності можуть бути використані при визначенні оптимального часу формування гофрокартону та взяті за основу при плануванні та проведенні подальших досліджень.

Перелік посилань:

1. Фляте, Д.М. Бумагообразующие свойства волокнистых материалов. Текст. / Д.М. Фляте. Москва: Лесн.пром-сть, 1990. – 136 с.
2. Иванов, С.Н. Технология бумаги. Текст. / С.Н. Иванов. Москва: Лесн.пром-сть, 1970. – 695с.
3. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента. Текст. / Ю.П. Адлер. Москва: Металлургия, 1969. – 157 с.

СЕКЦІЯ 5

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

УДК 676.1.022

НЕЙТРАЛЬНО-СУЛЬФІТНА ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СИЛЬФІЮ

магістрант Круковець Т., студент Меньків Р.,
к.х.н. Барбаш В.А., к.т.н. Трембус І.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У світовій целюлозно-паперовій промисловості через відсутність вільних запасів деревини актуальною проблемою залишається пошук альтернативних джерел волокнистих напівфабрикатів (ВНФ). До таких джерел ВНФ може бути віднесена різна щорічно поновлювана недеревна рослинна сировина, потенційні ресурси якої в світі становлять більше 1 млрд т на рік [1]. Для одержання ВНФ із недеревної рослинної сировини переважно використовують лужні способи делігніфікації, зокрема широке застосування отримав нейтрально-сульфитний спосіб варіння [2].

Метою роботи було дослідження можливості одержання волокнистих напівфабрикатів, придатних для виготовлення масових видів паперу і картону із нового для целюлозно-паперової промисловості представника недеревної рослинної сировини – сильфію суцільнолистої. Попередніми дослідженнями, проведеними в НТУУ «КПІ», показано, що за вмістом основних компонентів стебла сильфію пронизанолистої можуть розглядатися в якості альтернативної рослинної сировини для одержання волокнистих напівфабрикатів [3].

Нейтрально-сульфитне варіння стебел сильфію проводили варильним розчином з концентрацією загального SO_2 20 г/л, за температури 160 і 180 °С, тривалістю від 60 до 120 хвилин, гідромодуль 5 : 1. Результати досліджень наведено в таблиці. Із аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що збільшення температури і тривалості процесу нейтрально-сульфитної делігніфікації стебел сильфію суцільнолистої призводить до зменшення виходу ВНФ і вміст залишкового лігніну, що пов'язано з інтенсифікацією процесу делігніфікації, розчинення екстрактивних і мінеральних речовин та вуглеводів рослинної сировини і переведення їх до варильного розчину. При цьому фізико-механічні показники одержаних ВНФ зі зростанням температури і тривалості варіння збільшуються, що свідчить про утворення нових водневих зв'язків між

макромолекулами полісахаридів, зокрема за рахунок геміцелюлоз, які вивільнюються від впливу лігніну.

Таблиця – Показники якості нейтрально-сульфітних волокнистих напівфабрикатів із стебел сільфію суцільнолистого

Тривалість варіння, хв	Вихід, %	Лігнін, %	Розривна довжина, м	Опір роздиранню, мН	Опір продавлюванню, кПа	Міцність на злом під час багаторазових перегинів, к.п.д.
Температура варіння 160 °С						
60	79,9	29,9	7400	23	100	2
90	59,5	28,3	7500	25	140	2
120	49,5	23,8	8000	22	160	3
Температура варіння 180 °С						
60	48,4	22,7	10000	28	180	10
90	44,6	11,2	11700	30	190	25
120	41,4	10,6	12600	35	220	130

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

Перелік посилань:

1. Технологія целюлозно-бумажного виробництва: в 3 т. – [упоряд. В. Г. Харазов и др.]. – СПб.: Политехника, 2003. – (Сырье и производство полуфабрикатов). Ч. 2: Производство полуфабрикатов. – 2003. – 633 с.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А., Мороз І.К., Шутько О.П. Нейтрально-сульфітний спосіб одержання волокнистих напівфабрикатів із соломи пшениці// Лісовий журнал.-1994.- №2.- С.41-42.
3. Семенюк А.В., Алушкін С.В., Утченко Р.Є., Барбаш В.А., Трембус І.В. Хімічний склад представників рослинної сировини. – Збірник тез II міжнародної наук.-практ. конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсозберігаючі технології та обладнання». – Київ 2012. - С. 92-93.

УДК 676.1.022

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ВИБІЛЮВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ МІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ

магістрант Даниленко А.А., к.х.н. Барбаш В.А., к.т.н. Трембус І.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Вітчизняними хіміко-фармацевтичними підприємствами щорічно використовуються десятки тон імпортової мікрокристалічної целюлози (МКЦ), що збільшує собівартість готової продукції. Існуючі багатостадійні енергоємні та екологічно шкідливі способи одержання МКЦ, в основному, з високоочищеної технічної деревної целюлози або бавовни вимагають пошуку альтернативної більш дешевої сировини, зокрема із стебел недеревних рослин, та екологічно більш чистих способів одержання з них целюлози для подальшої хімічної переробки [1].

Метою дослідження було вивчення впливу процесу вибілювання на показники якості мікрокристалічної целюлози, одержаної із органосольвентних конопляних волокнистих напівфабрикатів. Одержання мікрокристалічної целюлози проводили за наступною схемою: попередній гідроліз – лужно-сульфітно-спиртове варіння – вибілювання. Попередній гідроліз конопляного волокна проводили розчином соляної кислоти за її концентрації 0,5 %, температури 130 °С, тривалості 60 хв., гідромодуля 5:1. Органосольвентне варіння проводили лужно-сульфітно-спиртовим розчином при співвідношенні етилового спирту і води – 35 : 65 об'ємних %, при витраті хімікатів 30%, з яких 80 % Na_2CO_3 , 20% NaOH і 0,1 % антрахінону від маси абс. сух. деревини. Делігніфікація недеревної рослинної сировини проводилася за температури 175 °С, тривалістю 240 хв., гідромодулі 5:1. В результаті проведених досліджень було одержано волокнистий напівфабрикат з виходом і вмістом залишкового лігніну 59,7 і 1,6 % від маси абс. сух. сировини, відповідно та вмістом сульфатної золи 0,61 %.

Після отримання ВНФ було досліджено процес вибілювання органосольвентних волокнистих напівфабрикатів, одержаних із конопель за схемами: а) Q – П₁ – П₂ – К; б) Г – Л – П – К; в) Г₁ – Л – Г₂ – Л – К, де Q – обробка органосольвентної целюлози трилоном Б; П – пероксидне вибілювання у дві стадії; Г – гіпохлоридне вибілювання; Л – лугування; К – кислотування.

В результаті проведення вибілювання за більш екологічною схемою Q – П – К отримано вибілену целюлозу, яка має вищий вихід в порівнянні зі схемами з використанням гіпохлориту. В процесі вибілювання одержаного ВНФ за схемою Q – П – К використано пероксид водню з його витратою від 3 до 9 % від маси абс. сух. сировини, без введення силікату натрію, а NaOH замінено на NH₄OH, який при спалюванні випаровується. Промивання між стадіями вибілювання проводилося дистильованою водою з метою можливого зниження висадження на волокнах мінеральних речовин, які знаходяться в проточній воді. Стадія кислотування проводилася соляною кислотою замість сульфатної кислоти.

В результаті проведення досліджень було отримано мікрокристалічну целюлозу з вмістом залишкового лігніну 0,31...0,054 % від маси абс. сух. сировини, вмістом сульфатної золи 0,061...0,096 % та ступенем полімеризації 227...318, що задовольняє вимогам стандарту [2].

Таким чином показана можливість одержання мікрокристалічної целюлози із конопляного волокна з використанням органосольвентного способу делігніфікації із застосуванням модифікованих схем вибілювання, яка має необхідні показниками якості.

Перелік посилань:

1. Кузнецова С.А., Данилов В.Г. Микрокристаллическая целлюлоза из древесины березы // Вестник КрасГУ, 2004. – с.64-67.
2. ТУ 9199-005-12043303-96. Целлюлоза микрокристаллическая порошковая. Технические условия.

УДК 676.18

ОДЕРЖАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ОКИСНО-ОРГАНСОЛЬВЕНТНИМ СПОСОБОМ ІЗ ВОЛОКНА ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР

студенти Яцків О.Д, Купріян Д.М,
к.т.н., доц. Дейкун І.М., к.х.н., доц. Барбаш В.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Цінною сировиною для виробництва целюлози є такі луб'яні культури, як льон, кенаф і коноплі, які вирощуються для одержання волокна різного призначення. Волокна цих культур характеризуються високим вмістом целюлози, низьким вмістом лігніну, а також значно вищою довжиною елементарних волокон, у порівнянні з деревиною хвойних та листяних порід. Так, волокна льону мають середню довжину до 16 мм, конопель - до 15 мм, а кенафу – до 4 мм [1].

Луб'яні волокна містять менше, у порівнянні з іншими однорічними рослинами, лігніну, що сприяє одержанню целюлози з вищим виходом різними методами делігніфікації. Така целюлоза може використовуватися для виробництва банкотного, писального, пакувального паперу та картону і для подальшої хімічної переробки [2,3].

Метою роботи є дослідження процесу делігніфікації волокон льону, кенафу та конопель окисно-органосольвентним способом і визначення властивостей одержаних волокнистих напівфабрикатів.

Окисно-органосольвентні варіння проводили варильним розчином з концентрацією пероцтової кислоти 7,6...9,6% і H_2O_2 - 15,1...11,3%. Для цього подрібнені до 1-3 см луб'яні волокна завантажували у скляні колби, оснащені зворотнім холодильником, і заливали варильним розчином. Гідромодуль варіння складав 6:1. Варіння проводили за температури 90 °С, тривалістю 1, 2 і 3 години. По закінченні варіння, одержану целюлозу промивали і визначали її якісні характеристики, результати яких наведено у таблиці.

Таблиця – Результати окисно-органосольвентної делігніфікації луб'яних волокон

Сировина	Тривалість варіння, год	Показник целюлози			
		Вихід, % від маси абс. сух. сировини	Вміст залишкового лігніну, %	Середній ступінь полімеризації	Вміст α -целюлози
Льон	1	79,4	0,44	830	77,8
	2	77,8	0,23	790	73,6
	3	72,8	0,17	740	71,9
Кенаф	1	73,2	0,85	540	77,9
	2	70,8	0,67	520	75,4
	3	67,4	0,27	330	72,1
Коноплі	1	78,9	0,88	480	73,2
	2	74,4	0,64	420	71,4
	3	71,5	0,16	340	70,2

Як показали результати досліджень, проведення варіння розчинами пероцтової кислоти сприяє одержанню целюлози з високим ступенем делігніфікації (на рівні вибіленої целюлози), а відносно невисокі значення показника вмісту α -целюлози і середнього ступеня полімеризації вказують на проходження деструкції целюлози в процесі варіння.

Перелік посилань

1. Соболев М.А. Химия льна и лубоволокнистых материалов. - М: Гизлеспром, 1963.-120 с.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы: В 3 т.- СПб.: РИОЛТа, 2002, Т.1. Сырье и производство полуфабрикатов. - 425 с.
3. Барбаш В.А., Тишкевич К.І., Дейкун І.М. Карбоксиметилцелюлоза з вітчизняної сировини. Одержання//Хім. пром-сть України.- 2003.-№6.-С.6-11.

УДК 676.2.024.74.044:547.458.61

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ АЗОТУ В МОДИФІКОВАНОМУ КРОХМАЛЬНОМУ КЛЕЇ НА СКЛАД ПІДСІТКОВОЇ ВОДИ ВІД ВИРОБНИЦТВА ФЛЮТІНГУ

магістрант О.В. Мохначук, к.х.н. доц.. Л.П. Антоненко
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Метою дослідження є розроблення математичних залежностей впливу вмісту азоту в крохмальних клеях модифікованих епоси-пропіл-триетанол-амоній хлоридом, на склад підсіткових вод після виробництва паперу для гофрування.

Вирішення задач такого класу має базуватися на використанні можливостей методу математичного моделювання в поєднанні із сучасним рівнем розвитку засобів обчислювальної техніки.

Математична модель, у відповідності із своїм призначенням, повинна з максимальним ступенем істинності відображати механізми процесів, що вивчаються. Саме тому розроблення та подальше дослідження математичних моделей – це цілеспрямоване використання інформації з метою надати можливість експериментатору прослідкувати та вивчити закономірності зміни досліджуваних властивостей об'єкта залежно від значень, які будуть надані вхідним факторам.

Автори використали методологію синтезу математичних моделей, розробка якої була здійснена в 80-і роки минулого століття Інститутом Кібернетики ім. Глушкова АН УРСР. Як показала практика використання цієї методології, найефективнішим для розроблення математичних моделей є використання методу групового урахування аргументів (МГУА).

Як параметри оптимізації вибрано показники, які характеризують склад підсіткової води: вміст крохмалю в підсітковій воді, %, (Y_1); мутність підсіткової води, мг/дм³, (Y_2); вміст змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_3); вміст прожарених змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_4); вміст сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_5); вміст прожареного сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_6).

Для складання матриці експериментальних досліджень використані результати аналізу складу підсіткової води.

У відповідності з масивом експериментальних даних в роботі створені математичні описи, а саме: ($Y_1 - Y_6$):

а) математична модель за показником вмісту крохмалю в підсітковій воді, % має такий вигляд:

$$Y_1 = 0,109 + 8,19 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(X_1) \cdot \cos^2(X_3) - 1,00 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 5,10 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(X_1)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,22 %.

б) математична модель за показником мутності підсіткової води, мг/дм³ має такий вигляд:

$$Y_2 = 178,589 + 1,16 \cdot 10^2 \cdot \cos(X_1) \cdot \cos^2(X_2) \cdot \cos(X_3) - 1,69 \cdot 10^1 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_2 + \\ + 4,04 \cdot 10^1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_1) + 1,39 \cdot 10^1 \cdot X_1 - 6,17 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_3$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,69 %.

в) математична модель за показником вмісту змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³ має такий вигляд:

$$Y_3 = 64,14 - 2,51 \cdot 10^1 \cdot X_1 - 2,76 \cdot 10^1 \cdot X_3 \cdot \sin(X_1) + 1,49 \cdot 10^1 \cdot \sin^2(X_1) + \\ + 1,13 \cdot 10^1 \cdot X_1 \cdot \cos(X_2) - 7,96 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_2 - 3,63 \cdot \cos^2(X_1) \cdot X_2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 5,81 %.

г) математична модель за показником вмісту прожарених змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³ має такий вигляд:

$$Y_4 = 50,82 - 4,87 \cdot 10^1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_2) + 1,81 \cdot 10^1 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_3) - \\ - 3,34 \cdot 10^1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^2(X_1) \cdot X_3 - 1,05 \cdot 10^1 \cdot \cos^3(X_1) \cdot X_2 + 7,79 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot X_3$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,37 %.

д) математична модель за показником вмісту сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³ має такий вигляд:

$$Y_5 = 659,57 + 2,92 \cdot 10^2 \cdot \cos^3(X_1) - 1,23 \cdot 10^2 \cdot X_1 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos(X_3) + \\ + 1,69 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_1) - 6,28 \cdot 10^1 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 1,35 %.

е) математична модель за показником вмісту прожареного сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³ має такий вигляд:

$$Y_6 = 619,05 - 1,54 \cdot 10^2 \cdot X_1 - 1,00 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_3) + 3,02 \cdot 10^1 \cdot X_3 \cdot \cos(X_1) - \\ - 1,50 \cdot 10^1 \cdot \sin^2(X_1) - 3,19 \cdot 10^1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^2(X_1) \cdot \cos(X_3)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,41 %.

Одержані математичні моделі адекватно описують досліджувані процеси.

УДК 676

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ H_2SO_4 ТА ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ПОПЕРЕДНЬОГО ГІДРОЛІЗУ НА ОТРИМАНІ ПОКАЗНИКИ.

магістрант Даниленко А.А., к.т.н., доцент Плосконос В.Г.,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

В якості об'єкта, який досліджується, – це процес попереднього гідролізу волокон конопель із різним значенням концентрацій H_2SO_4 та тривалості процесу.

В якості предмета – недеревна рослинна сировина коноплі, а саме волокна.

Метою даної роботи є розроблення математичних залежностей впливу вмісту концентрації H_2SO_4 та тривалості процесу попереднього гідролізу на отримані показники.

Вирішення задач такого класу має відбуватися в певній послідовності та базуватися на використанні можливостей методу математичного моделювання в поєднанні із певною методологією вирішення такого класу задач.

На першому етапі даного дослідження в лабораторних умовах були проведенні експериментальні дослідження.

Аналіз наведених експериментальних даних показує, що кожний із факторів, що входять до матриці експерименту, змінюються в максимально можливому діапазоні, а саме:

X_1 – концентрація H_2SO_4 , %;

X_2 – тривалість попереднього гідролізу, хв..

Такий підхід надає можливості на етапі експериментальних досліджень одержати максимально можливий об'єм інформації про досліджувані властивості волокнистого напівфабрикату, який в подальшому буде використано в процесі створення відповідних математичних залежностей.

В якості параметрів оптимізації вибрані такі показники: значення виходу та вміст залишкового лігніну.

Другий етап – етап, на якому виконується розробка математичних моделей. Якщо результати експериментальних досліджень являють собою інформаційний (цифровий) макет об'єкта, який ми досліджуємо, то математичні моделі (описи) – це закодована (стисла) інформація про вплив, який мають вхідні фактори на параметр оптимізації.

На цьому етапі пропонується використання методології синтезу математичних моделей з використання методу групового урахування аргументів (МГУА).

У відповідності з масивом експериментальних даних, отриманих в лабораторних умовах, в роботі створені математичні описи:

а) математична модель за результатами значення виходу, %

Математична модель за результатами значення виходу має такий вигляд:

$$1 = 96,142 - 2,82 \cdot 10^{-1} \cdot X_1 - 7,46 \cdot 10^{-2} \cdot X_2 + 2,44 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 \cdot X_2^3 \quad 1)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 0,3 %.

б) математична модель за результатом значення вмісту лігніну, %

Математична модель за результатом значення вмісту лігніну має такий вигляд:

$$2 = 2,60 - 4,08 \cdot 10^{-1} \cdot X_1^3 - 3,41 \cdot 10^{-3} \cdot X_2 + 2,16 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 \cdot X_2 \quad 2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,5 %.

Таким чином, використання методу математичного моделювання в поєднанні із певною методологією дозволило вирішити задачу розроблення математичних моделей процесу попереднього гідролізу для волокон конопель з різним значенням концентрацій H_2SO_4 та тривалості процесу, які можуть бути використані з метою пошуку оптимальних умов.

УДК 677.4(09)

ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ТА ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ ПІДВИЩЕНОЇ ТЕРМОСТІЙКОСТІ

студент Скрипка М.Л., Заїка Д.С., к.х.н. доц. Антоненко Л.П.,
к.т.н., доц Плосконос В.Г.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Створення теоретичних основ і технології одержання матеріалів із мінеральних компонентів – волокон і зв'язувальних – новий перспективний науковий напрямок. Розвиток цього напрямку, зокрема створення технології виробництва папероподібних композитів є актуальним, технічно і економічно доцільним. Основна проблема у створенні папероподібних матеріалів на основі мінеральних волокон пов'язана з відсутністю у індивідуальних мінеральних волокон здатності до між волоконної взаємодії, без вирішення якої неможливе створення ефективного виробництва цих матеріалів. Перспективним напрямком вирішення цієї проблеми є дослідження умов та застосування різних видів зміцнювальних добавок. Об'єктом дослідження цієї роботи є визначення властивостей матеріалу, в композицію якого входять муллітокремнеземисті (каолінові), полівініл спиртові та поліефірні волокна.

Метою роботи є визначення композиції електроізоляційного паперу підвищеної термостійкості, який відповідатиме фізико-механічним показникам і вимогам до паперу марки *SeQUINI* фірми ЗМ.

Вирішення поставленої задачі ґрунтується на вивченні муллітокремнеземистих, полівінілспиртових та поліефірних волокон.

Було розроблено методику виготовлення зразків паперу враховуючи властивості волокон і вимоги до паперу, а також виготовлено відливки паперу різної композиції та зроблено їх випробування. Результати наведено в таблиці.

Як видно з таблиці, у разі зменшення вмісту поліефірного волокна і збільшення вмісту полівінілспиртового волокна відбувається зменшення

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

Таблиця – Залежність механічних показників електроізоляційного паперу підвищеної термостійкості від його композиції

Композиція			Показники						
Каолінові волокна, %	Поліефірне волокно, %	Полівінілспирт-гове волокно, %	Маса 1 м ² , г	Товщина, мкм	Щільність, г/см ³	Руйнівне зусилля, Н	Відносне видовження, %	Зольність, %	Втрати маси, %
70	30	0	178,4	485	0,37	-	-	68,1	31,9
70	25	5	171,7	546	0,31	3,3	1,0	71,6	28,4
70	20	10	171,0	568	0,30	6,5	4,2	71,9	28,1
70	15	15	175,0	585	0,30	14,6	3,5	74,8	25,2
70	10	20	164,4	572	0,29	10,4	3,8	71,9	28,1

Найкращі показники має зразок з наступною композицією: каолінові волокна – 70%, поліефірні волокна – 15%, полівінілспиртові волокна – 15%.

Таким чином було одержано папір підвищеної термостійкості з композиції каолінових, полівінілспиртових та поліефірних волокон, але втрати волокна під час виготовлення сягають 30 %, тому надалі необхідно організувати обігове водовикористання з метою зменшення незворотних втрат волокна та зменшення забруднення довкілля.

УДК 676.2.024.74.044:547.458.61

**МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ АЗОТУ В
МОДИФІКОВАНИХ КРОХМАЛЬНИХ
КЛЕЯХ НА СТАН ПІДСІТКОВИХ ВОД**

к.т.н., доц. Плосконос В.Г., магістрант Івашкевич О.О.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Метою досліджень є розроблення математичних залежностей впливу вмісту азоту в модифікованих крохмальних клеях, модифікованих диметиламіном на стан підсіткових вод.

Вирішення задач такого класу має базуватися на використанні можливостей методу математичного моделювання в поєднанні із сучасним рівнем розвитку засобів обчислювальної техніки.

Проведені в лабораторних умовах попередні дослідження дали можливість визначитися з факторами та інтервалами їх варіювання.

Були вибрані наступні параметри оптимізації: вміст крохмалю в підсітковій воді, %, (Y_1); мутність підсіткової води, мг/дм³, (Y_2); вміст змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_3); вміст прожарених змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_4); вміст сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_5); вміст прожареного сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³, (Y_6).

Для складання матриці експериментальних досліджень використані результати аналізу складу підсіткової води.

У відповідності з масивом експериментальних даних в роботі створені математичні описи, а саме: ($Y_1 - Y_6$):

а) математична модель за показником вмісту крохмалю в підсітковій воді, %

$$Y_1 = 0,1432 + 9,40 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_3) - 4,30 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 4,82 \cdot 10^{-3} \cdot X_2 - 8,56 \cdot 10^{-3} \cdot X_1$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,55 %.

б) математична модель за показником мутності підсіткової води, мг/дм³

$$Y_2=275,28-3,08 \cdot 10^1 \cdot X_1 - 4,44 \cdot 10^1 \cdot \sin(X_1) \cdot X_3 + 1,58 \cdot 10^1 \cdot \cos(X_1) \cdot X_2 + 4,58 \cdot X_1 \cdot \cos(X_3) - 2,72 \cdot \cos(X_1) \cdot X_3$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 1,26 %.

в) математична модель за показником вмісту змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³

$$Y_3=34,11+7,55 \cdot 10^1 \cdot \cos^3(X_1) \cdot \cos(X_2) \cdot \cos(X_3) - 1,47 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^2(X_1) \cdot X_3 \cdot \cos^2(X_3) + 5,50 \cdot 10^1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_1) \cdot X_2 - 2,74 \cdot 10^1 \cdot \cos^3(X_1) \cdot \cos^2(X_3) - 6,26 \cdot \sin^4(X_1) \cdot X_2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,60 %.

г) математична модель за показником вмісту прожарених змулених речовин в підсітковій воді, мг/дм³

$$Y_4=22,30 + 2,94 \cdot 10^1 \cdot \cos^3(X_1) \cdot \cos(X_2) + 1,70 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot X_2 + 7,28 \cdot \sin^3(X_1) \cdot X_2 - 1,25 \cdot X_1 \cdot \sin^2(X_1) - 1,48 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos^2(X_1)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 1,86 %.

д) математична модель за показником вмісту сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³

$$Y_5=517,60 + 7,65 \cdot 10^2 \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_3) - 8,99 \cdot 10^2 \cdot X_3 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_1) - 3,61 \cdot 10^2 \cdot \cos(X_1) \cdot X_2 + 1,51 \cdot 10^2 \cdot \sin^5(X_1) \cdot X_3 + 1,88 \cdot 10^2 \cdot X_1 \cdot \cos^4(X_1) \cdot X_2$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,43 %.

е) математична модель за показником вмісту прожареного сухого залишку в підсітковій воді, мг/дм³

$$Y_6=630,26-5,27 \cdot 10^2 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) \cdot \cos(X_3) - 6,95 \cdot 10^2 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos^3(X_1) \cdot X_3 + 1,42 \cdot 10^2 \cdot X_1 \cdot \sin(X_1) \cdot \cos(X_1) - 2,88 \cdot 10^2 \cdot \sin^2(X_1) \cdot \cos^3(X_1) \cdot \cos(X_3) + 6,33 \cdot 10^1 \cdot \sin^5(X_1) \cdot \cos(X_3)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,67 %

Проведено математичне оброблення результатів дослідження та отримано математичні моделі, які дозволяють проаналізувати механізми процесів, що досліджувалися, вивчити закономірності змін властивостей об'єкта, що вивчається, в точках, що не були включені в експеримент.

УДК 677.4(09)

ХІМІЧНІ ВОЛОКНА У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ

студент Задніпрянець Ю.М., к.х.н. доц. Антоненко Л.П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Використання хімічних волокон в паперовому виробництві має важливе значення через можливість надавати необхідних властивостей паперу, та картону спеціального призначення.

Хімічними волокнами називають волокна, для виробництва яких використовують хімічні або фізико-хімічні процеси перероблення природних і синтетичних високомолекулярних сполук(полімерів).

Синтетичний папірвиробляють з хімічних волокон або їх сумішей з натуральними волокнами за традиційною технологією. Синтетичний папір вироблений з синтетичних полімерів, має термо- і хімічну стійкість в сухому і мокрому стані, оптичні і електроізоляційні властивості, а також спеціальні властивості.

Зазвичай для виробництва синтетичного паперу використовують «мокрый» спосіб, рідше «сухий». Через нездатність більшості хімічних волокон до утворення міцних між-волоконних зв'язків до складу паперової маси, як правило, вводять зв'язувальні, наприклад фібриди або термопластичні волокна. Отримують їх зазвичай швидким видавлюванням через філь'єру розчину волокнотворного полімеру в осаджувальну ванну за інтенсивного перемішування. Завдяки особливостям надмолекулярної структури температура плавлення фібридів значно нижча, ніж волокна, отриманого з того ж полімеру. Завдяки цій особливості можна виготовляти синтетичний папір, який складається з одного і того ж полімеру. Вміст фібридів в синтетичному папері становить зазвичай $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$ від його маси. Якщо фібриди або термопластичні волокна є зв'язувальним, синтетичний папір після сушіння пропускають через каландри, температура яких

знаходиться в межах: температура плавлення зв'язувального – температура плавлення основного волокна.

Синтетичний папір отримують також екструзією високонаповнених полімерів, наприклад поліолефінів, полістиролу. Це найдешевший синтетичний папір, який застосовується для друку масових видань на поліграфічному устаткуванні. Екструдований синтетичний папір виробляють аналогічно пінопластам, тобто введенням в плівкоутворюючі полімери порофорів. Такий папір легший за звичайний картон, тому його використовують як пакувальний матеріал.

Термостійкими називають такі волокна, які тривалий час зберігають необхідні експлуатаційні властивості за температур, що переважають температуру розкладання хімічних волокон масового використання. Формування волокон з термостійких полімерів – найпоширеніший спосіб отримання термостійких волокон у яких поряд з термостійкістю виявлено ще низку інших спеціальних властивостей – напівпровідність, фотопровідність, каталітична активність та інші.

Переважну більшість термостійких полімерів отримують методами поліконденсації. Значно рідше застосовують для цієї мети полімеризацію. Процеси поліконденсації можна класифікувати за типом перебігу реакції, способам проведення та апаратурним оформленням і за механізмом процесу.

Незважаючи на велику різноманітність функціональних груп, що беруть участь в синтезі волокнотвірних термостійких полімерів, можна виокремити дві великі групи процесів, що розрізняються за механізмом: процеси, які ґрунтуються на реакції ацилювання (процеси поліацилювання) та реакції полігетероциклізації.

Таким чином, виробництво синтетичних волокон розвивається швидшими темпами, ніж виробництво штучних волокон. Це пояснюється доступністю початкової сировини і різноманітністю властивостей вихідних синтетичних полімерів, що дозволяє отримувати синтетичні волокна з різними властивостями, тоді як можливості варіювати властивості штучних волокон дуже обмежені, оскільки їх формують практично з одного полімеру.

УДК 677.4(09)

МІНЕРАЛЬНІ ВОЛОКНА У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ

студент Белінська О.О., к.х.н. доц. Антоненко Л.П.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Створення нових технологій і розширення націй основі асортимент у шляхом виробництва принципово нових папероподібних матеріалів – один з перспективних напрямків розвитку целюлозно-паперової промисловості. Використання для цієї мети мінеральних волокон дозволяє отримувати матеріали, що мають унікальні характеристики, які пов'язані зхемо-, біо-і термостійкістю цих матеріалів, а також стійкістю до дії різного роду випромінювань, зокрема і достатньо жорстких гамма і ультрафіолетових.

Особливо цікаві унікальні фільтрувальні властивості, які дозволяють поєднувати малий аеродинамічний опір з високим ефектом вловлювання частинок субмікронного розміру. Зазначені властивості матеріалів на основі мінеральних волокон зумовлюють їх застосування в різних областях техніки, де звичайні види паперу і картону непридатні або незадовільно працюють через низьку стійкості рослинних волокон до агресивних зовнішніх чинників. Приклади успішного застосування папероподібних композитів на основі мінеральних волокон можна знайти в різних областях науки і техніки. Це авіакосмічна техніка, двигуни різного призначення, біотехнологія, медицина, будівництво та багато інших.

Мінеральні волокна у виробках різної форми і композиції широко використовуються для теплоізоляції. Для отримання негорючих, екологічно чистих, теплоізоляційних матеріалів малої щільності можуть використовуватися базальтові, кварцові, каолінові та інші види мінеральних волокон зі зв'язувальними у вигляді водних розчинів солей полівалентних металів. Досить ефективним є використання мінеральних волокон для високотемпературної ізоляції.

Широке застосування знаходять мінеральні волокна як різні фільтрувальні елементи. Фільтри з базальтового штапельного волокна

дозволяють замінити кілька перехідних шарів піщано-гравійних фільтрів, що зменшує витрати на виготовлення фільтрів на 30–50%. Мінеральні волокна є високоефективним звукопоглинальним матеріалом. Мінеральні волокна є вогнестійким матеріалом і можуть бути рекомендовані для облаштування залів кінотеатрів, кіностудій та інших приміщень, до яких пред'являються високі вимоги пожежної безпеки. Мінеральні волокна можуть бути використані як основа для покрівельних матеріалів, зокрема, як заміник азбесту в шиферних сумішах, як волокниста основа для просочень бітумно-полімерними сумішами. Загалом області застосування і обсяги використання матеріалів на основі мінеральних волокон відповідають тим потенційним можливостям, які обумовлені унікальним комплексом притаманних цим волокнам властивостей.

Слід зазначити, що у вигляді матеріалів, які одержують на папероробному обладнанні, мінеральні волокна використовуються у виробництві ізоляційних і фільтрувальних матеріалів ще в незначних кількостях. Для того, щоб за традиційною технологією паперового виробництва отримати матеріал, що поєднує в собі переваги, обумовлені листовою формою і унікальними властивостями мінеральних волокон, в його композицію слід вводити зв'язувальні різної природи. Залежно від призначення, це можуть бути рослинні, полівініл-спиртові волокна, латекси, полімерні емульсії та інші. Однак, використання органічних зв'язувальних значно обмежує сферу застосування матеріалів на основі мінеральних волокон, оскільки за високих температур і під дією агресивних середовищ органічні зв'язувальні добавки руйнуються, що призводить до втрати властивостей матеріалом. Повною мірою унікальні властивості матеріалів на основі мінеральних волокон можуть виявитися лише у разі використання термо-і агресивно-стійких неорганічних зв'язувальних. Аналіз наявної науково-технічної інформації і попередні дослідження показали, що найактуальнішим і найперспективнішим напрямком використання папероподібних композиційних матеріалів на основі мінеральних волокон є фільтрувальні матеріали.

ПРИНЦИПИ РОЗРОБЛЕННЯ ТИПОВИХ БЛОКІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ ВОДИ І ВОЛОКНА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПК

к.т.н., доцент Плосконос В.Г., магістрант Скрипка М.Л.,
спеціаліст Заїка Д.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Метою даної роботи є розроблення типових блоків для подальшого їх використання в процесі створення програмного забезпечення для автоматизованого розрахунку матеріального балансу води і волокна виробництва паперу та картону на базі сучасних ПК.

Як відомо, масні потоки в технологічній системі виробництва паперу та картону характеризуються наступними параметрами:

P - загальні витрати масної суспензії, кг;

C – масова частка волокна, %.

Отже, розрахунок матеріального балансу води і волокна ґрунтується на законі збереження маси речовини, тобто рівності кількості води і сухої речовини, що надійшли на даний вузол (точку), і відповідній їх кількості, яка вийшла із вузла (точки). В цьому разі складається одне рівняння для балансу об'єму маси, а друге – для балансу сухої речовини (1). В цьому випадку кількість невідомих величин може бути не більше двох, інші повинні бути задані, взяті з практичного досвіду, або визначені в попередніх розрахунках.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j_1=1}^{l_1} P_{j_1 i} - \sum_{j_2=1}^{l_2} P_{i j_2} = 0 \quad (1) \\ \sum_{j_1=1}^{l_1} P_{j_1 i} * C_{j_1 i} - \sum_{j_2=1}^{l_2} P_{i j_2} * C_{i j_2} = 0 \end{array} \right.$$

де i – порядковий (умовний) номер точки технологічної системи, для якої виконується розрахунок матеріального балансу;

l_1 – кількість потоків маси (води), що поступають в i точку;

l_2 – кількість потоків маси (води), що виходять з i точки;

Аналіз процесів, які відбуваються під час виробництва паперу та картону показує, що можливо виділити декілька типових процесів і віднести їх до певних класів та розробити для них схеми складання і розв'язування систем алгебраїчних рівнянь з додержанням закону збереження маси та абсолютно-сухої речовини (1).

Такий підхід дозволяє значно спростити процес розрахунку матеріального балансу води і волокна для окремих блоків, але, разом з тим,

залишає сприйняття цілісності технологічної системи виробництва паперу чи картону.

Наприклад, можна виділити такі типові види (класи) процесів:

- процеси розведення маси суспензії;
- процеси згущення маси суспензії;
- процеси сортування маси суспензії;
- процеси змішування масних або водних потоків.

До процесів розведення маси суспензії належать ті, що відбуваються в:

– гідророзбивачах целюлози, макулатури, сухого браку та мішалках мокрого браку;

– змішувальних насосах (з/н) (з одним потоком обігової води для розведення та з додатковим потоком маси, що повертається, наприклад, з центриклинерів 2 ступеня);

– жолобах №2 і №1 в системі трьохступеневого очищення маси на центриклинерах.

До процесів згущення маси суспензії належать ті, що відбуваються:

- на згущувачах маси та дискових фільтрах;
- в реєстровій частині та на відсмоктувальних ящиках;
- в пресовій частині;
- під час сушіння паперу (картону).

До процесів сортування маси суспензії належать ті, що відбуваються на:

– сортувалках, в яких розподілення потоків маси відбувається у відповідності з масовими частками волокнистої суспензії в потоках;

– центриклинерах 2 та 3 ступеня;

– центриклинерах 1 ступеня та селективних.

До процесів змішування масних або водних потоків належать ті, що відбуваються в:

– басейнах реєстрових, підсіткових, надлишкових та прояснених вод, композиційних басейнах та басейнах оборотного браку. Особливістю таких блоків є те, що масова частка волокна для них розраховується як середньозважена величина для потоків маси (води), що надходять в басейн.

Таким чином, створення типових блоків в поєднанні із певною методологією дозволило знайти підхід до вирішення задачі подальшого їх використання в процесі створення програмного забезпечення для автоматизованого розрахунку матеріального балансу води і волокна виробництва паперу та картону на базі сучасних ПК.

УДК 676.168

НАТРОННА ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ НЕДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ

магістрант Сидор В.Й, к.т.н. доцент Черьопкіна Р. І.,
к.т.н. доцент Плосконос В. Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В усьому світі на сьогоднішній день приймаються закони з обмеженого використання поліетилену та пластику у вигляді пакувальних матеріалів. Цей сегмент з успіхом можуть зайняти паперові та картонні вироби, що дозволить суттєво з економити кошти на утилізацію використаних матеріалів та покращити екологічний стан навколишнього середовища [1].

Вирішенню цього питання сприятиме використання та перероблення відходів сільського господарства у вигляді соломи ріпаку та стебел соняшнику, що наявні в Україні у надлишку екологічним натронним способом на волокнисті напівфабрикати із подальшим використанням їх у виробництві паперу та картону.

Особливістю лужного варіння є те, що в результаті отримують темний напівфабрикат, але з високими паперотворними властивостями, що дозволяє використовувати його у невибіленому вигляді при виробництві мішкового, обгорткового, для гофрування та інших технічних видів паперу.

Для дослідження процесу натронної делігніфікації соломи ріпаку та стебел соняшнику вибрані наступні технологічні параметри: витрати NaOH – 10 та 12 % від маси а/с сировини в од. Na₂O, температура варіння 165 – 170 °C, тривалістю від 1,5 до 2,5 год, за гідромодуля 1:5 [2].

В результаті варінь отримано напівцелюлозу та целюлозу високого виходу із вмістом залишкового лігніну для соломи ріпаку від 9 до 13 %, для стебел соняшнику від 15 до 19 %.

Механічні показники отриманих напівфабрикатів знаходяться у межах: розривна довжина від 2000 до 5000 м; опір продавлюванню від 75 до 300 кПа; міцність на злом під час багаторазових перегинів біля 30 ч.п.п.; опір роздиранню від 250 до 500 мН. Слід зазначити, що дещо вищі показники міцності отримано для напівцелюлози із соломи ріпаку, що пояснюється більшою довжиною волокна та кращою делігніфікацією.

Дослідженнями показано, що стебла соняшнику та солома ріпаку за вмістом основних компонентів придатні для перероблення на волокнисті напівфабрикати. Переробка даних видів сировини натронним способом вважається досить економічно перспективною та екологічно безпечною.

Перелік посилань:

1. Програма розвитку ріпаківництва в Україні на 2008-2015 р.р.
2. П. Лендзел, Ш. Морвай. Химия и технология целлюлозного производства. Перевод с немецкого. Ф. Б. Дубровинской под редакцией А.Ф. Тищенко. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 544 с.

УДК 676.168

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НЕДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

студенти Каракуца М.Г., Греськів Н.Я., Затірка О.В.,

магістрант Сидор В.Й., доц. к.т.н. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Постановка проблеми

Через щорічне зростання споживання паперово-картонної продукції актуальним є питання використання альтернативних сировинних джерел для целюлозно-паперового виробництва. Оскільки Україна є державою із розвиненим сільським господарством, тому використання відходів сільськогосподарських культур у вигляді стебел соняшнику та ріпаку для отримання волокнистих напівфабрикатів дозволить підвищити рентабельність вирощування цих культур. Попередніми дослідженнями показано, що за хімічним складом та морфологічною будовою стебла соняшнику та ріпаку є повноцінною сировиною для отримання напівфабрикатів для подальшого виробництва паперу та картону [1].

Метою дослідження є делігніфікація стебел соняшнику, ріпаку та їх суміші в лужним способом.

Стебла ріпаку, що залишаються після збирання врожаю містять листя, незначну кількість стручків, насіння і коріння в яких вміст вуглеводної частини не значний. Тому підготовці сировини до варіння необхідно приділити особливу увагу, а саме відокремити стебла ріпаку від цих анатомічних частин та подрібнити на січку розмірами 15...20 мм. В процесі підготовки стебел соняшнику було відділено серцевину, із-за низького вмісту целюлози, та подрібнено на січку.

Для отримання волокнистих напівфабрикатів проводилося варіння натронним способом за температури 175°C та витрат активного лугу 18% в од. Na₂O від маси абсолютно сухої сировини, рН варильного розчину становив 11...12. З метою дослідження тривалості варіння на властивості ВНФ, процес проводили протягом 90 та 150 хв. Також досліджувався вплив каталізатора антрахінону (АХ) на проведення делігніфікації. Для цього варіння проводили, як з додаванням антрахінону в кількості 0,1% від маси а.с. сировини, так і без нього [2].

Результати досліджень та їхнє обговорення

Після проведення серії досліджень ВНФ отримано наступні дані:

Сировина	Тривалість варіння, хв	Каталізатор	Вихід, %	Лігнін, %	Фізико-механічні показники		
					Розривна довжина, м	Міцність на злам, к.п.п.	Опір роздиранню, мН
Ріпак	90	АХ	47,6	7,8	5535	25	42
		—	58,2	16,3	4325	20	48
Ріпак	150	АХ	42	7,3	3760	110	54
		—	47	11,2	3100	35	68
Суміш ріпаку та соняшнику (50:50)	150	АХ	51,8	4,6	6300	100	80
		—	56,8	10,7	6010	80	64

За зовнішнім виглядом і результатами аналізу виходу та вмісту залишкового лігніну, можна зробити висновок, що в процесі варіння було отримано целюлозу нормального та високого виходу. Додавання антрахінону позитивно впливає на процес делігніфікації та фізико-механічні показники отриманих волокнистих напівфабрикатів.

Із суміші ріпаку та соняшнику було отримано ВНФ, який за своїми показниками наближається до ВНФ з деревини листяних порід.

В результаті показано, що отримання волокнистих напівфабрикатів із недеревної сировини особливо залежить від хімічного складу вихідної сировини та задля об'єктивності необхідно продовжувати дослідження.

Перелік посилань:

1. Технология целлюлозы: в 3 т./ под ред. Н. Н. Непенина. – М. Лесн. пром-сть, 1978 – Т. I: Производство сульфитной целлюлозы. – 624 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія целюлози»: укл. С. П. Примаков, Л. П. Антоненко, В. А. Барбаш та ін. – К.: КПІ, 2003 – 71 с.

УДК 676.168

СТЕБЛА СОНЯШНИКУ ДЛЯ НАТРОННОЇ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ

студенти Алушкін С. В., Росомака В. М., Лисих О. О.,
Берестяна А.О, магістрант Сидор В. Й., доц.. к.т.н. Черьопкіна Р. І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Актуальною проблемою України є забезпечення попиту на целюлозо-паперову продукцію і неспроможність вітчизняної промисловості випускати необхідну кількість продукції. Основною причиною можна назвати відсутність власного первинного волокна. Досить перспективним варіантом вирішення цієї проблеми є використання відходів недеревної рослинної сировини.

Україна посідає одне з провідних місць у світі з вирощування соняшнику [1]. Насіння відбирається, а стебла соняшнику не мають широкого використання, є дешевими і щорічно поновлюються у великій кількості, що надає їм перспективу застосування в якості сировини для целюлозо-паперової промисловості.

Метою роботи було отримання волокнистих напівфабрикатів із стебел соняшнику натронним способом з використанням каталізатора антрахінону та без нього, а також можливість визначення доречності використання соняшнику як сировини для виробництва ВНФ.

Для дослідження використовувалися стебла соняшнику хімічний склад яких було раніше проаналізовано та досліджено, що свідчить про перспективу використання у ЦПП [2]. Перед варінням було попередньо видалено серцевину, оскільки вона займає великий об'єм, а вміст вуглеводної частини у ній не значний, а також для зниження вмісту золи.

Натронне варіння проводили в кислотостійких автоклавах в гліцериновій бані з витратою активного лугу 12% та 18% в од. Na_2O від

маси а. с. сировини, за рН розчину 11-12, за кінцевої температури варіння 175 ° С, тривалістю 1.5 - 2.5 год. Для дослідження впливу каталізатора АХ на проведення делігніфікації варіння проводили, як з ним так і без нього за одних і тих самих умов, в кількості 0.1% від маси а.с. сировини.

Із підвищенням тривалості варіння від 1.5 до 2.5 год., а також збільшенням концентрації варильного розчину дозволяє отримати добре делігніфіковану целюлозу підвищеного виходу від 58 до 51 % та вмістом залишкового лігніну від 7.5 до 5.5. Слід зазначити, що отримані напівфабрикати легко розмелювалися до необхідного ступеня млива.

Отримані показники механічної міцності знаходилися в межах: розривна довжина від 4000 до 5600 м, міцність на злом під час багаторазових перегинів від 15 до 80 ч.п.п., опір роздиранню від 40 до 85 мН. Такі значення міцності можна спів ставні із значеннями для соломи злакових культур. Тому отриманий напівфабрикат можна використовувати для виробництва паперу для пакування текстильних матеріалів та паперу для гофрування.

Перелік посилань:

1. http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/sg/vz/vz_u/07_2012.html
2. Черёпкина Р.И., Шевченко Ю, Ф. Нейтрально-сульфитный способ переработки отходов сельского хозяйства. Збірка тез XIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство» 19-23 травня 2010 р., м. Київ. – С. 346 – 347.

УДК 676

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СТЕБЕЛ ОДНОРІЧНИХ РОСЛИН

к.т.н. доцент Черьопкіна Р. І., к.т.н. доцент Плосконос В. Г.,
магістрант Сидор В. Й.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Об'єктом дослідження обрано напівфабрикати із стебел соняшнику, які отримані натронним способом та з використанням в якості каталізатора антрахінону. Предметом є вплив тривалості варіння, температури, концентрації варильного розчину, каталізатора антрахінону на вихід та якість одержаних напівфабрикатів.

Метою даної роботи є розроблення математичних моделей отримання ВНФ із одnorічних рослин, дослідження властивостей та пошук ефективного їх використання.

Вирішення задач такого класу повинно відбуватися в певній послідовності та базуватися на використанні можливостей методу математичного моделювання в поєднанні із певною методологією вирішення задач [1].

На першому етапі даного дослідження в лабораторних умовах були проведенні експериментальні дослідження.

Аналіз наведених експериментальних даних показує, що кожний із факторів, що входять до матриці експерименту, змінюються в максимально можливому діапазоні, а саме:

X_1 – концентрація варильного розчину, %;

X_2 – тривалість варіння, хв.;

X_3 – присутність каталізатора.

Такий підхід надає можливості на етапі експериментальних досліджень одержати максимально можливий об'єм інформації про досліджувані властивості отриманих зразків, який в подальшому буде використано в процесі створення відповідних математичних залежностей.

В якості параметрів оптимізації обрано фізико-механічні показники досліджуваних лабораторних зразків паперу.

Другий етап полягає в розробці математичних моделей. Якщо результати експериментальних досліджень являють собою інформаційний (цифровий) макет об'єкта, що досліджується, тоді математичні моделі (описи) – це закодована (стисла) інформація про вплив, який мають входні фактори на параметр оптимізації.

На цьому етапі пропонується використання методології синтезу математичних моделей з використанням методу групового урахування аргументів (МГУА).

У відповідності з масивом експериментальних даних, отриманих в лабораторних умовах, в роботі створені математичні описи:

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

$$Y_1 = 484,08 + 1,48 \cdot 10^1 \cdot X_1^2 + 1,12 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2^3 - 3,01 \cdot 10^{-2} \cdot X_1^3 \cdot X_3 + 6,75 \cdot 10^{-5} \cdot X_2^3 \cdot X_3 \quad (1)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 5,53 %.

б) математична модель за показником опору продавлюванню, (кПа) має такий вигляд:

$$Y_2 = -804,77 + 1,24 \cdot 10^2 \cdot X_1 + 1,78 \cdot 10^{-1} \cdot X_2 - 0,104 \cdot 10^1 \cdot X_3 - 3,75 \cdot X_1^2 + 4,16 \cdot 10^{-1} \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 7,39 %.

Таким чином, використання методу математичного моделювання в поєднанні із відповідною методологією дозволило вирішити задачу розроблення математичних моделей процесу перероблення відходів сільського господарства та використання отриманого ВНФ у виробництві паперу та картону для харчових продуктів. Розроблені математичні моделі можуть бути використані з метою пошуку оптимальних умов.

Перелік посилань:

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

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Корнієнко Я.М., Мельник М.П., Гайдай С.С., Семененко Д.С., Мартинюк О.В.	7
СТРУМЕНЕВО-БАРБОТАЖНИЙ РЕЖИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ Зубрій О.Г., Давидов А.С.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ	10
Тишко Ю.А., Степанюк А. Р.	
КОМПЛЕКС ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН З МІНЕРАЛЬНИМИ КОМПОНЕНТАМИ	12
Сапон А.Ю., Степанюк А.Р.	
ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ ГУМАТІВ З БУРОГО ВУГІЛЛЯ	14
Воронцов М.Є., Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О.	
ВИБІР СПОСОБУ СУШІННЯ ФІТОЕСТРОГЕНОЇ СИРОВИНИ	16
Подольнець В. А., Смілян І. О., Степанюк А. Р.	
ЕФЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗКРУЧУВАЧА ПОТОКУ В ЦИКЛОНІ	19
Нагорний О.В., Смілян І.О., Степанюк А.Р.	
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНОГО МАТЕРІАЛУ НОЖОВОЮ РОТОРНОЮ ДРОБАРКОЮ	21
Швед М.П., Швед Д.М., Резнік Р.Ю.	
ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ В ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО- ПЛАСТИКУЮЧІЙ ЗОНІ ДИСКОВОГО ЕКСТРУДЕРА	23
Швед М.П., Плешко О.В.	
КАСКАДНА ДИСКОВО-ЧЕРВЯЧНА ЕКСТРУЗІЯ ПОЛІМЕРІВ	25
Снежкін Ю.Ф., Серебрянський Д.О., Плашихін С.В., Захаров О.О.	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІКИ ЦИКЛОФІЛЬТРУ	27
Кліщ О.В., Собченко В.В.	
ГАЗОГЕНЕРАТОР З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ДЛЯ ГАЗИФІКАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ	29
Рубльов А.В.	
АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ ВИТРАТ РІДИНИ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ В СПЕЦИФІЧНИХ УМОВАХ.	31
Кукоба С.В., Рябцев Г.Л.	
ВИЛУЧЕННЯ ЦІННИХ ХІМІЧНИХ ПРОДУКТІВ ЗІ СТОКІВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТАКТНОЇ МЕМБРАННОЇ ДИСТИЛЯЦІЇ	32

СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Андрєєв, І. С. Гончарова ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ПЛИТ	35
Левчук І.О., Зубрій О.Г. ОСВІТЛЕННЯ МАСЛА В ЦЕНТРИФУЗІ	37
Воронін Л.Г., Андрєєв І.А., Валуйскова С.С. ПРОЦЕС ПЛИНУ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ У КАНАЛІ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА	39
Воронін Л.Г., Андрєєв І.А., Ан Г.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ	41
Корнієнко Я.М., Семененко Д.С., Гайдай С.С., Мельник М.П., Мартинюк О.В. ДИСПЕРГУВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР	43
Корнієнко Я.М., Гайдай С.С., Семененко Д.С., Мельник М.П., Мартинюк О.В. СТРУМЕНЕВО-ІМПУЛЬСНА ГІДРОДИНАМІКА ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ	45
Безгін М.М., Корінчук Д.М АНАЛІЗ СКЛАДУ БІОМАСИ ЯК ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА	48

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

Орайло О.Г. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ПАЛИВА - ОКИСНИКА ПРИ ПАРОВОПІТРЯНІЙ ГАЗИФІКАЦІЇ ТИРСИ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ	51
Швед М. П., Швед Д.М., Луценко І. В. ПРОЦЕС ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРУ В КАНАЛІ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА	53
Швед М. П., Воронін Л. Г., Швед Д.М., Богатир А. С. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ПОЛІМЕРУ ПРИ ЧЕРВ'ЯЧНІЙ ЕКСТРУЗІЇ	56

Фільова М.Р., Снежкін Ю.Ф., Зубрій О.Г., Петрова Ж.О. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛО ТА МАСООБМІНУ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ	59
Негода О.А. Собченко В.В. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ	61
Целень Б.Я. ВПЛИВ ДИСПЕРГУВАННЯ РІДИНИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АПАРАТІВ ТЕРМОВАКУУМНОЇ ОБРОБКИ	63

СЕКЦІЯ 4

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА»

Марчевський В.М., Улітько Р.М. ПРОЦЕС СУШІННЯ БШОФІТУ	66
Марчевський В.М., Мельник О.П., Макаренко А.А., Биковець Д.П. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА	68
Марчевський В.М., Прокоп'єв М.В. КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ	69
Семінський О.О., Мигаль О.В. ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КАЛАНДРУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА	70
Марчевський В. М., Гробовенко Я. В. СУШИЛЬНА УСТАНОВКА З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНИХ ТІЛ ТА ЖИВИЛЬНИКОМ	72
Марчевський В.М., Пустовіт В.А. УТИЛІЗАЦІЯ ПАПЕРОВОЇ УПАКОВКИ	74
Марчевський В.М., Мельник О.П., Макаренко А.А., Биковець Д.П. ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ГАРЯЧОГО ВАЛУ ПРЕСУ ПАПЕРОВОЇ МАШИНИ	77

Баранович С.О., Тихомиров О.М., Семінський О.О., Остапенко А.А.	79
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ФОРМУВАННЯ ОСАДОВОГО ШАРУ З ВОЛОКНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ	
СЕКЦІЯ 5 «ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»	
Круковець Т., Меньків Р., Барбаш В.А., Трембус І.В.	82
НЕЙТРАЛЬНО-СУЛЬФІТНА ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СИЛЬФІО	
Даниленко А.А., Барбаш В.А., Трембус І.В.	84
ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ВИБІЛЮВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ МІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ	
Яцків О.Д, Купріян Д.М, Дейкун І.М., Барбаш В.А.	86
ОДЕРЖАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ ОКИСНО-ОРГАНСОЛЬВЕНТНИМ СПОСОБОМ ІЗ ВОЛОКНА ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР	
Мохначук О.В., Антоненко Л.П.	88
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ АЗОТУ В ОДИФІКОВАНОМУ КРОХМАЛЬНОМУ КЛЕЇ НА СКЛАД ПІДСІТКОВОЇ ВОДИ ВІД ВИРОБНИЦТВА ФЛЮТІНГУ	
Даниленко А.А., Плосконос В.Г.,	90
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ H ₂ SO ₄ ТА ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ПОПЕРЕДНЬОГО ГІДРОЛІЗУ НА ОТРИМАНІ ПОКАЗНИКИ	
Скрипка М.Л., Заїка Д.С., Антоненко Л.П., Плосконос В.Г.	92
ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ТА ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ ПІДВИЩЕНОЇ ТЕРМОСТІЙКОСТІ	
Плосконос В.Г., Івашкевич О.О.	94
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ АЗОТУ В МОДИФІКОВАНИХ КРОХМАЛЬНИХ КЛЕЯХ НА СТАН ПІДСІТКОВИХ ВОД	
Задніпрянець Ю.М., Антоненко Л.П.	96
ХІМІЧНІ ВОЛОКНА У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ	
Белінська О.О., Антоненко Л.П.	98
МІНЕРАЛЬНІ ВОЛОКНА У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ	
Плосконос В.Г., Скрипка М.Л., Заїка Д.С.	100
ПРИНЦИПИ РОЗРОБЛЕННЯ ТИПОВИХ БЛОКІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ ВОДИ І ВОЛОКНА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПК	
Сидор В.Й, Черьопкіна Р. І., Плосконос В. Г.	102
НАТРОННА ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ НЕДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ	

Каракуца М.Г., Греськів Н.Я., Затірка О.В., Сидор В.Й., Черьопкіна Р.І.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НЕДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	104
Алушкін С. В., Росомака В. М., Лисих О. О., Берестяна А.О, Сидор В. Й., Черьопкіна Р. І.	106
СТЕБЛА СОНЯШНИКУ ДЛЯ НАТРОННОЇ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ Черьопкіна Р. І., Плосконос В. Г., Сидор В. Й.	
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СТЕБЕЛ ОДНОРІЧНИХ РОСЛИН	108

Рішення
міжнародної науково-практичної конференції
студентів, аспірантів і молодих вчених.
«Ресурсоенергозберігаючі технології і обладнання»
Київ -2013

На заключному пленарному засіданні конференції було прийнято наступне рішення:

1. Роботу Ради молодих вчених Інституту технічної теплофізики ІТТФ НАН України, Організаційного комітету Національного технічного університету України «КПІ», та Програмний комітет з підготовки та проведення заходів у рамках міжнародної науково-практичної конференції «РЕСУРСОЕНЕРГО-ЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ» в складі Грузинського технічного університету, Тверського державного технічного університету, Інститут тепломасобміну ім. А.В.Ликова, Московського державного агроінженерного університету ім. В.П. Горячкіна схвалити.

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

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

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

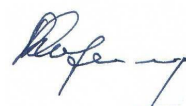
5. Видати збірник праць конференції.

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

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

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедру машин та апаратів
хімічних і нафтопереробних виробних
виробництва НТУУ «КПІ»



Я.М.Корнієнко

Підписано до друку 16.05.2013 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 4,85
Друк різнограф. Тираж 150 прим. Зам. № 1705/02.

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