

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут Газу НАН України

ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ

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

Грузинський технічний університет

Тверський державний технічний університет

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

01-04 квітня
Київ 2012



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

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут Газу НАН України

ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ

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

Грузинський технічний університет

Тверський державний технічний університет

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

Рекомендовано до друку
Радою молодих вчених Інституту
технічної теплофізики
НАН України
Протокол № 1
від 12 квітня 2012 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 10
від 11 квітня 2012 р.

Посвідчення Українського інституту науково-технічної і економічної
інформації (УкрІНТЕІ) № 302

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.Горячіна
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

СЕКЦІЯ 1

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

УДК 678.027.3

ПРОЦЕС ЕКСТРУЗІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ВИРОБІВ ІЗ СПІНЕНИХ

Швед М.П., магістрант Войцеховська Є.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Якість будь-яких екструдованих виробів значною мірою залежить від профілю щілини формувальної головки. Поперечний перетин каналу головки на виході повинен мати таку форму, щоб одержаний виріб мав вказані розміри після розбухання екструдату, яке відбувається після виходу матеріалу із головки.

Дослідженню зміни профілю екструдату після виходу з формувальної головки присвячено багато робіт [1, 2]. Більшість із них присвячені зміні форми профілю внаслідок розбухання при екструзійній переробці монолітних полімерів та направлені на коректний підбір форми вихідної щілини формувального пристрою.

При одержанні спінених полімерів, форма і геометричні розміри вихідної щілини формувальної головки значно відрізняються від форми профілю готового виробу і залежать від ступеня спінювання β . Ступінь спінювання у свою чергу залежить від природи спінювального агента, його концентрації, тиску та температури у формувальній головці, тощо. Якщо для круглого та трубного перетинів визначення геометрії не викликає значних ускладнень, то для профілів відмінних від круглих ця задача вимагає професіоналізму проектувальника.

Існуючі моделі з визначення форми вихідної щілини спрямовані, як правило, на пошук деформування монолітного полімерного виробу внаслідок розбухання екструдату. Проте вони не придатні до визначення геометрії за умови значної зміни форми профілю внаслідок спінювання. Тому проблема визначення конфігурації та розмірів форми вихідної щілини формувальної головки при екструзійній переробці спінених полімерів є актуальною.

Для визначення конфігурації профілю щілини формувальної головки за умов виготовлення пінополімерних виробів запропоновано новий підхід, що базується на ідеї поступової зміни геометрії перетину. Зміна відбувається від перетину вихідного отвору до круглого перетину, тобто умови ідеального спінювання.

Умова ідеального спінювання передбачає, що перетин будь-якої конфігурації при необмеженому спінюванні має набувати форми круга. При цьому введено припущення, що спінювання відбувається рівномірно від центру мас перетину, що розглядається. Закінченням процесу формування

вважається умова, коли перетин, що розглядається, має площу, яка відповідає можливому ступеню спінювання визначеному для певних умов (концентрація агента, сировина).

Для визначення ступеню лінійного розширення (спінювання) за реальних умов, використано залежність [3]:

$$\beta_l = \left(\frac{22,4 \cdot \rho}{M} \cdot \frac{p}{p_f} \left[1 + \frac{t}{273} \right] \right)^{\frac{1}{3}}$$

де: ρ – густина спінювального агента у рідкому стані кг/м³; M – молекулярна маса спінювального агента; t – температура при якій відбувається випаровування рідини, °C; p – атмосферний тиск, МПа; p_f – тиск спінювального агента у замкненій комірці при формуванні, методика визначення якого запропонована в роботах [3, 4].

Для визначення ступеню спінювання за ідеальних умов покладено, що $p_f = p$. Отже площа перетину за ідеальних умов (коло), становить, м²:

$$F_\infty = \left(\frac{22,4 \cdot \rho}{M} \cdot \left[1 + \frac{t}{273} \right] \right)^{\frac{2}{3}} F_0,$$

де F_0 – площа перетину вихідної щілини, м².

А площа перетину, що утворюється за реальних умов спінювання, м²:

$$F_p = \left(\frac{22,4 \cdot \rho}{M} \cdot \frac{p}{p_f} \left[1 + \frac{t}{273} \right] \right)^{\frac{2}{3}} F_0.$$

Перелік посилань:

1. Микаэли В. Экструзионные головки для пластмасс и резины: Конструкции и технические расчеты / Пер. С англ. яз.; Под ред. В.П.Володина. – СПб.: Профессия, 2007. – 472 стр.
2. Петухов А.Д. Експериментальне дослідження виготовлення спінених полімерів методом екструзії / Петухов А.Д., Новицька Т.М., Гоженко Л.П.
3. Лукашова В.В.// Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції «Композиційні матеріали» (Київ, 2009): Збірка матеріалів – К.: НТУУ "КПІ", 2009.- С. 94-98
4. Лукашова В.В. Екструзія пінополімерів: монографія // В.В. Лукашова, І.О. Мікульонок, Л.Б. Радченко. - К.: НТУУ «КПІ».- 2011.- 222 с.

УДК 621.577

ВИБІР СОРБЕНТУ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСУ

к.т.н., доц.. Корінчук Д. М., магістрант Захлебняк М. В.,

магістрант Степанюк Ю. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В теперішній час в адсорбційних теплових насосах використовуються в основному такі адсорбенти: силікагель (аморфний діоксид кремнію SiO_2 з мезопорами розміром 3-20 нм), цеоліти (кристалічні алюмосилікати з мікропорами розміром 0,3-0,8 нм), оксид алюмінію з мезопорами розміром 3-20 нм та пористе вугілля з широким набором мікро- і мезопор.

Широкому використанню відомих сорбентів перешкоджає їх низька енергетична ефективність. Наприклад, одним з основних недоліків цеолітів є відносно невисока адсорбційна ємність (0,2-0,3 г/г). Висока температура, необхідна для регенерації цеолітів (більш ніж 200-250 °C), не дозволяє використовувати їх для роботи від джерела теплової енергії з температурним потенціалом 90-150 °C. Силікагелі також мало підходять для цих цілей, оскільки десорбують досить мало води при змінюванні температури в діапазоні від 90 до 150 °C, тобто питома ємність акумулювання тепла невелика.

Перспективним є використання в адсорбційних теплових насосах у якості адсорбентів ряду неорганічних солей (хлористого літію, хлористого кальцію, хлористого магнію, бромистого літію та інших), які в кристалічному стані здатні адсорбувати пари різних холодоагентів, наприклад води, аміаку, спиртів, утворюючи з ними тверді хімічні зв'язки – кристалогідрати, аміакати, сольвати. Застосування таких адсорбентів на основі ефекту хемосорбції дозволяє значно збільшити сорбційну ємність адсорбентів в циклі адсорбційного теплового насоса і поліпшити енергетичні показники адсорбційних агрегатів[1].

Для вибору сорбенту, що має задовольняти певним поставленим вимогам користуються графіком, наведеним на рисунку 1, де зображені ізостери для кожного із сорбентів при його мінімальній вологості.

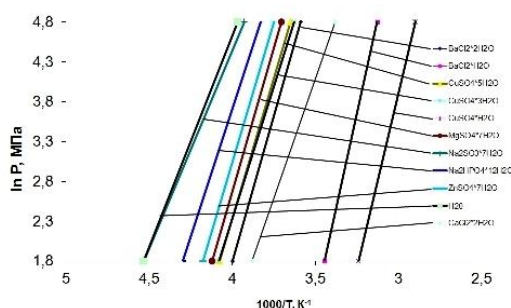


Рисунок 1 – Ізостери сорбції пари води різними сорбентами

Разом з тим, застосування сольових сорбентів утруднено на практиці тим, що при десорбції води (з гідрату або його розплаву) на поверхні утворюється шар нижчого гідрату або безводної солі, що призводить до істотного уповільнення процесу масопереносу і подальшого розкладання. В процесі абсорбції води гідрати, що утворюються, можуть розчинятися в надлишку води, в результаті чого виникають корозійні проблеми та погіршується стійка структура сорбентів.

Для підвищення стабільності сольових сорбентів запропоновано використовувати інертний носій з розвиненою пористою структурою, який при перенасиченні міг би утримувати рідкий сольовий розчин в гранулі. Застосування пористого носія сприяє розширенню зони робочих концентрацій сольового сорбенту за рахунок забезпечення його працездатності як в зоні рідкого, так і твердого сольового розчину. Тобто сорбент такого типу охоплює робочий діапазон концентрацій як твердо-, так і рідкотільних сорбційних термотрансформаторів. В

якості пористого носія передбачається використовувати спучений перліт, пористість якого може досягати 70 %.

В якості активної речовини використовується сіль CaCl_2 , оскільки її можна легко нанести на пористу основу[2].

На основі ліній ізотер сорбції (рисунок 1) для кожної конкретної реакції гідратації, наприклад, для $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (рисунок 2), можна розрахувати робочі температури циклу хімічного термотрансформатора для конкретного застосування, а саме гарячого водопостачання та опалення.

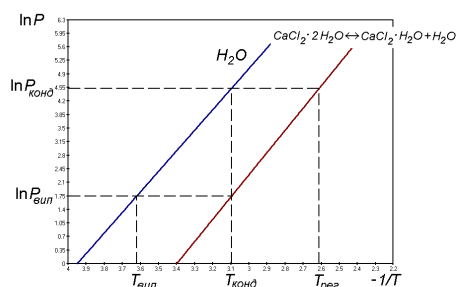
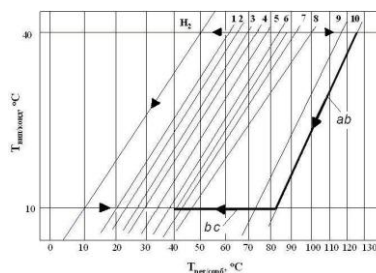


Рисунок 2 – Лінії рівноваги для реакції гідратації CaCl_2 в $\ln P-1/T$ координатах



1 – $w = 0,550$ кг/кг; 2 – 0,495; 3 – 0,440; 4 – 0,385; 5 – 0,330; 6 – 0,275; 7 – 0,220; 8 – 0,165; 9 – 0,110; 10 – 0,055

Рисунок 3 – Теоретичний процес насичення сорбенту в адсорбційному термотрансформаторі

Діаграма $\ln P-1/T$ також зручна для побудови адсорбційного циклу і дозволяє оцінити ступінь відхилення дійсних процесів від рівноважних. Оскільки кожному значенню $\ln P$ відповідає певна температура випаровування парів води, то рисунок 2 можна представити у більш зручному вигляді (рисунок 3). На рисунку 3 показаний теоретичний процес насичення сорбенту: ab – процес охолодження сорбенту, bc – процес адсорбції.

Із діаграми видно, що процес охолодження сорбенту починається при 125°C та продовжується до температури 84°C . Після чого має місце процес адсорбції, який закінчується при температурі 40°C повним насиченням сорбенту. Процес протікає при тиску 1,23 кПа при температурі випаровування пари 10°C .

Теоретичний розподіл температурних полів і вологості сорбенту по висоті шару сорбенту і в часі отримується шляхом розв'язання математичної моделі процесу адсорбції[3], що дає можливість оптимізувати роботу адсорбера і розробити апарати різної продуктивності.

Перелік посилань:

1. Дабіжа Н.О., Корінчевська Т.В. Акумулявання теплової енергії з використанням термохімічних реакцій та сорбційних процесів // Промышленная теплотехника. – 2009. – Т. 31. – № 7. – С. 60-62.
2. Д. М. Чалаев Энергоэффективные сорбенты для адсорбционных холодильных установок.
3. Корінчук Д. М., Воронін Л. Г., Степанюк Ю. М., Захлебняк М. В. Математичне моделювання регенерації шару сорбенту адсорбційного термотрансформатора // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – НТУУ «КПІ», ІТТФ НАНУ, Інститут газу НАНУ, ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ, Московський державний агроінженерний університет імені В. П. Горячкіна, Грузинський технічний університет, Тверський державний технічний університет, 01-04 листопада 2011 – с.37

УДК 678.027.3

ПРОЦЕС ЕКСТРУЗІЇ ПІНОПОЛІМЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВТОРИННИХ

к.т.н., доц. Швед М.П., магістрант Рудакова В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Зі зростанням масштабів виробництва та асортименту перероблюваних полімерів і матеріалів на їх основі, а також необхідністю утилізації промислових і побутових відходів на основі полімерів, широкого використання набувають все нові термопластичні композиційні матеріали. При цьому майже кожний полімер чи композиційний термопласт потребують певної конструкції робочих органів технологічного обладнання й режимів переробки, за яких досягається раціональне використання енергетичних і матеріальних ресурсів, а також необхідна якість виробів. Особливого значення це питання набуває під час одержання й переробки термопластичних матеріалів на основі вторинної сировини.

Проблема, на вирішення якої спрямовано роботу – виготовлення конкурентоспроможних спінених полімерних виробів на основі побутових та промислових відходів термопластів. Робота спрямована на розробку процесів та устаткування для виготовлення тепло- та звукоізоляційних високопористих пінополімерів густиною менше 100 кг/м^3 і з достатнім рівнем фізико-механічних властивостей, призначених для внутрішнього та зовнішнього оздоблення будівель. Це дозволить зменшити енерго- та матеріалоємність процесів виготовлення теплоізоляційних матеріалів в Україні та вирішити задачу зниження витрат.

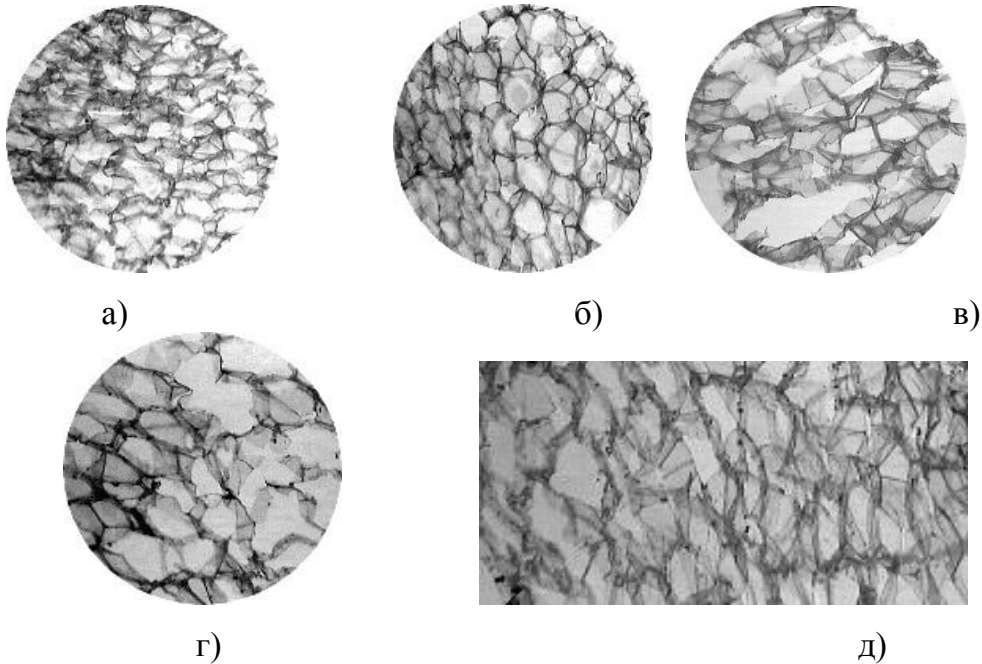
Авторами проведено експериментальні дослідження з визначення граничних значень ступеня наповнення для таких промислових спінювальних агентів як: хладони, бутан та пентан, при одержанні легких пін на основі композицій термопластів із застосуванням вторинної полімерної сировини. Відпрацьовано ряд рецептур та доведено ефективність застосування в якості спінювального агента ізобутану з додаванням діоксиду титану у якості нуклезіату. Результати досліджень дозволили відслідкувати вплив технологічних параметрів на структуру піновиробів, зокрема при $141,4^\circ\text{C}$ спостерігається задовільна суцільна структура. Рекомендована частка нуклезіату складає 1 – 2 % TiO_2 (рисунок 1,б), при використанні вторинної сировини – до 0,5 %, оскільки забруднення, що присутні у вторинній сировині, є додатковими центрами пороутворень (рисунок 1,в-д).

Проведено експериментальні дослідження теплопровідності, міцності, уявної густини та лінійної усадки полімерних виробів із додаванням вторинних полімерів.

Експериментальні дослідження доводять можливість перероблення вторинної сировини з очищених побутових відходів до 7 %, чистих промислових відходів до 25 % із задовільними споживчими характеристиками, таких як теплопровідність, уявна густина, лінійна усадка тощо.

В цілому за проведеними дослідженнями можна узагальнити наступне:

- для забезпечення задовільної структури комірок у розплав полімеру необхідно вводити нуклезіати – центри утворення комірок. У якості нуклезіатів задовільно застосовуються дрібнодисперсні речовини: крейда, тальк, диоксид титану, 4-дифеніл карбонова кислота, тимін, дибензиліден сорбітол (DBS), бензонат натрію, тощо.



а – 0,5 % TiO_2 ; б – 1 % TiO_2 ; в – 3 % TiO_2 ; г – тальк; д – вторинна сировина

Рисунок 1 – Вплив частки нуклезіата на структуру піновиробу

- якість вторинної сировини має бути задовільною (якісне сортування, очищення), оскільки наявність значної кількості побічних домішок впливає на процес піноутворення та може спричинити розриви комірчастої структури;

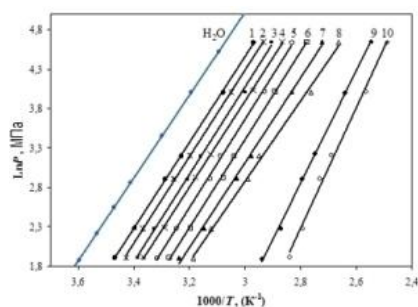
- для забезпечення процесу подачі, вторинну сировину варто подавати на екструзію у вигляді гранул (розміри співрозмірні з розмірами гранул основного матеріалу), щоб уникнути неоднорідності подачі первинного та вторинного матеріалів.

- вторинна сировина, як правило, має нижчу в'язкість що потребує корегування технологічних параметрів;

- при переробці вторинної сировини, за рахунок домішок у ній, можливі інтенсивні дисипативні тепловиділення, що потребує потужної системи охолодження при виготовленні спінених полімерів;

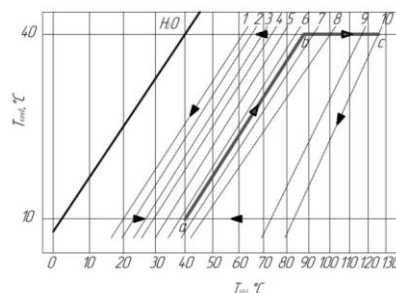
- при переробці із додаванням вторинної сировини варто враховувати наявність домішок в ній, а отже зменшити кількість пороутворювальних домішок (до 1 %).

Для CaCl_2 побудовано ізотери адсорбції в діапазоні робочих температур термохімічного циклу (рисунк 2).



1 – $w = 0,550$ кг/кг; 2 – 0,495; 3 – 0,440; 4 – 0,385; 5 – 0,330; 6 – 0,275; 7 – 0,220; 8 – 0,165; 9 – 0,110; 10 – 0,055

Рисунок 2 – Ізостери адсорбції пари води на композитному сорбенті



1 – $w = 0,550$ кг/кг; 2 – 0,495; 3 – 0,440; 4 – 0,385; 5 – 0,330; 6 – 0,275; 7 – 0,220; 8 – 0,165; 9 – 0,110; 10 – 0,055

Рисунок 3 – Теоретичний процес регенерації сорбенту в адсорбційному термотрансформаторі

Діаграма $\text{Ln}P-1/T$ також зручна для побудови адсорбційного циклу і дозволяє оцінити ступінь відхилення дійсних процесів від рівноважних. Оскільки кожному значенню $\text{Ln}P$ відповідає певна температура конденсації парів води, то рисунок 2 можна представити у більш зручному вигляді (рисунк 3). На рисунку 3 показаний теоретичний процес регенерації сорбенту: ab – процес нагрівання сорбенту, bc – процес десорбції.

Із діаграми видно, що процес десорбції пари сорбату починається при 88°C , і при 125°C відбувається повне осушення сорбенту. Процес протікає при тиску 7,4 кПа при температурі конденсації пари 40°C .

Теоретичний розподіл вологості і температури сорбенту по висоті шару сорбенту і в часі отримується шляхом розв'язання математичної моделі процесу регенерації [3], що дає можливість оптимізувати роботу десорбера і розробляти десорбери із різними товщинами шару засипки.

Перелік посилань:

1. Дабіжа Н.О., Корінчевська Т.В. Акумулявання теплової енергії з використанням термохімічних реакцій та сорбційних процесів // Промышленная теплотехника. – 2009. – Т. 31. – № 7. – С. 60-62.
2. Д. М. Чалаев Энергоэффективные сорбенты для адсорбционных холодильных установок.
3. Корінчук Д. М., Воронін Л. Г., Степанюк Ю. М., Захлебняк М. В. Математичне моделювання регенерації шару сорбенту адсорбційного термотрансформатора // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання». – НТУУ «КПІ», ІТТФ НАНУ, Інститут газу НАНУ, ІТМО ім. А. В. Ликова АН РБ, Московський державний агроінженерний університет імені В. П. Горячкіна, Грузинський технічний університет, Тверський державний технічний університет, 01-04 листопада 2011 – с.37

УДК 539.217

ВИЛУЧЕННЯ ПАР З ЛУЖНИХ РОЗЧИНІВ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОЮ КЕРАМІЧНОЮ МЕМБРАНОЮ

д.д.х.н., проф. Кучерук Д.Д., к.х.н. Дульнева Т.Ю.

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,

магістрант Фесич І.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»,

Раніше було показано [1], що для очищення відпрацьованих лужних промивних розчинів від барвників доцільно використовувати керамічні нанофільтраційні мембрани. Це пояснюється їх високою ефективністю і більшою хімічною стійкістю, ніж полімерних мембран. Однак, лужні промивні розчини фарбувального виробництва містять окрім барвників різного типу поверхнево-активні речовини (ПАР), які сприяють промивній дії цих розчинів.

У зв'язку з цим метою представленої роботи є дослідження процесу вилучення з лужних розчинів нанофільтраційною керамічною мембраною додецилсульфату натрію та етонію, які є представниками відповідно аніонних та катіонних ПАР.

У роботі була використана нанофільтраційна трубчаста керамічна мембрана (виробництва Німеччина), що має підкладку з Al_2O_3 та робочий шар з TiO_2 зовнішній та внутрішній діаметри становлять відповідно 1,0 та 0,7 см, середній діаметр пор у робочому шарі – 0,9 нм. Концентрацію ПАР у вихідних та очищених розчинах визначали методом ХСК (хімічне споживання кисню) [2].

На рис.1а показано, що зі збільшенням часу експерименту від 15 до 120 хв при робочому тиску 1,0 МПа, значенні рН 12,3 і концентрації етонію $50,0 \text{ мг/дм}^3$ коефіцієнт його затримки R становив 56,5%, а питома продуктивність I_v мембрани зменшилася від 18,0 до $12,0 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. Низьке значення R , на наш погляд, пов'язане з електростатичною взаємодією різнойменно заряджених молекул катіонного ПАР і поверхні мембрани. Слід зазначити, що значення ХСК за цих умов зменшилися від 968 до 421 мг/дм^3 .

Встановлено також (рис.1б), що при тривалості експерименту 2 год, робочому тиску 1,0 МПа, значенні рН 12,5 і концентрації додецилсульфату натрію $50,0 \text{ мг/дм}^3$ значення R становило лише 33,0 %, а I_v мембрани знизилася від 16,0 до $12,0 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. При цьому значення ХСК зменшилися від 1123 до 755 мг/дм^3 .

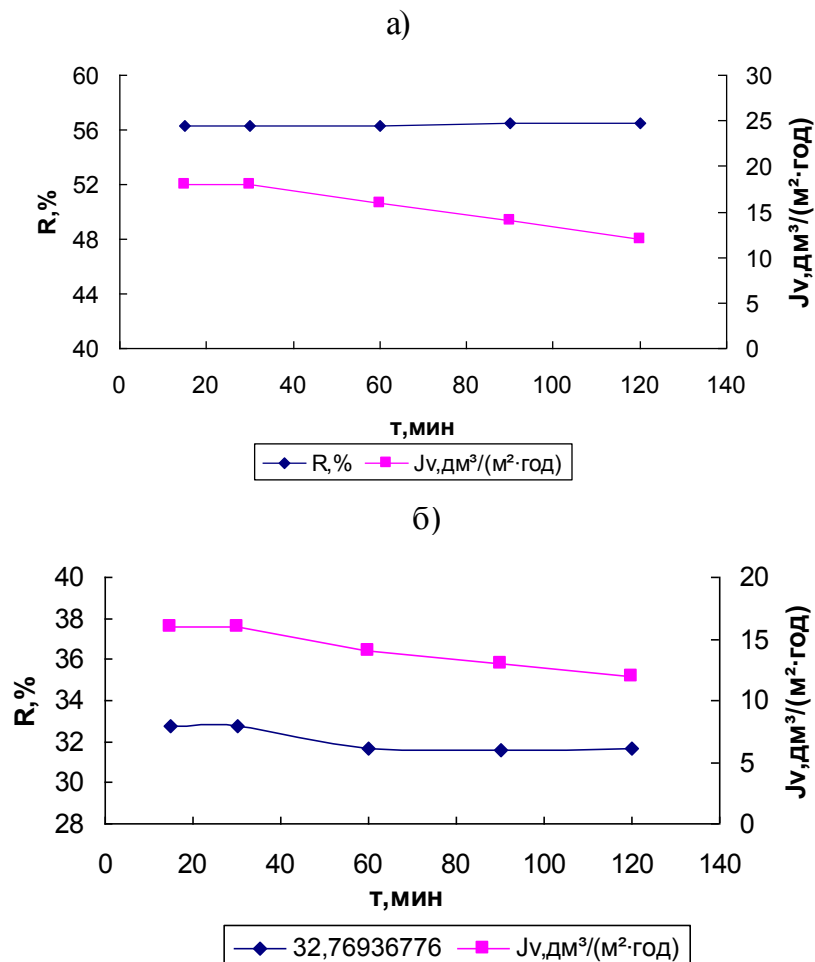


Рисунок 1 –Залежність коефіцієнта затримки R етонію (а) та додецилсульфату натрію (б) і питомої продуктивності J_v мембрани від часу

Таким чином, дослідженими мембранами можна лише частково вилучати ПАР із промивних розчинів фарбувального виробництва. Це дає можливість повторно використовувати такі розчини, що очищені від барвників, для промивки фарбувальних машин.

Перелік посилань:

1. Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю., Красуленко І.С. Очищення лужних розчинів від прямих барвників нанофільтраційною керамічною мембраною // Одеська Національна академія харчових технологій. Наукові праці. – 2011. Вип. 39. Т. 2. - С. 102–104.
2. Ю.Ю. Лурье, А.И. Рыбников Химический анализ производственных сточных вод – М.: Химия, 1974. – 336с.

УДК 519.6: 681.3

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КОНТАКТНОЇ МЕМБРАННОЇ ДИСТИЛЯЦІЇ

магістрант Кукоба С.В., доц., к.т.н. Рябцев Г.Л.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Мембранна дистиляція (МД) ґрунтується на транспорті пари води через пористу гідрофобну мембрану. Рушійною силою процесу є різниця парціальних тисків розчинника по обидва боки мембрани, що виникає за рахунок різниці температур у каналі мембранного апарата.

Мембранна дистиляція – процес, в якому сама мембрана не впливає на рівновагу пара-рідини під час розділення. Термін може бути застосовано до процесів, що мають такі характеристики: 1) мембрана є пористою і незмочуваною; 2) у порах мембрани відсутня капілярна конденсація; 3) крізь пори мембрани переноситься лише пара; 4) мембрана не змінює рівноваги пара-рідини під час розділення; 5) щонайменше один бік мембрани безпосередньо контактує з рідиною; 6) рушійною силою масопереносу є градієнт парціального тиску в паровій фазі [1].

На сьогодні можна виділити такі галузі використання МД: опріснення морської води, отримання чистої і ультрачистої води, очищення промислових стічних вод та, як їхня складова, видалення з промислових стоків важких металів та ізотопів, розділення розбавлених водно-органічних сумішей, вилучення летких компонентів із розчинів, що містять нелеткі компоненти, концентрування розчинів нелетких речовин. Цей поділ є досить умовним, оскільки концентрування розчинів нелетких речовин є одночасно одержанням чистої води, а очищення стічних вод може полягати в концентруванні нелетких забрудників.

Процес МД може здійснюватися в різних технологічних варіантах. Контактна мембранна дистиляція (КМД) – процес, за якого рідина безпосередньо контактує з обома боками мембрани. Рідина, що омиває приймаючий бік мембрани, є середовищем для конденсації пари, що транспортується.

Математична модель КМД може бути використана для постановки і розв'язання задач, що пов'язані з покращенням техніко-економічних показників мембранно-дистиляційної установки, а також на етапі проектування нових установок КМД.

У літературі досліджували математичні моделі, в яких описується механізм тепло- і масоперенесення. У цих моделях розглядають вплив на процес КМД перенесення пари в областях молекулярної й кнудсенівської дифузії і перехідній. Визначальним параметром режиму перенесення є

співвідношення довжини середнього пробігу молекул і діаметра пор. Розроблено математичні моделі КМД, що враховують вплив гідродинаміки течії розчину і дистилату, розмірів і характеристик мембран, температурних режимів на питомий масовий потік пари через мембрану [2], температурної поляризації на продуктивність процесу [3], зміни проникності мембрани.

Запропоновано модель процесу, що складається з системи рівнянь нерозривності, Нав'є-Стокса, енергії і збереження маси:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \nabla \cdot \rho \mathbf{V} = 0; \\ \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial \tau} + \mathbf{V} \cdot \nabla \mathbf{V} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \frac{\mu}{\rho} \Delta \mathbf{V} + [\beta_T (T - T_0) + \beta_c (c - c_0)] \mathbf{g}_y; \\ \frac{\partial c}{\partial \tau} + \mathbf{V} \cdot \nabla c = D_s \Delta c; \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} + \mathbf{V} \cdot \nabla T = \chi \Delta T + D_s \nabla c \cdot \nabla T; \end{array} \right. \quad (1)$$

де ∇ – оператор Гамільтона; Δ – оператор Лапласа; ρ – густина; τ – час; $\mathbf{V}$ – вектор швидкості; P – тиск; μ – динамічна в'язкість; β_T – коефіцієнт об'ємного температурного розширення; β_c – коефіцієнт об'ємного концентраційного розширення; T_0 – температура навколишнього середовища; c – концентрація розчиненого компонента; c_0 – рівноважна концентрація; $\mathbf{g}_y$ – прискорення вільного падіння; D_s – коефіцієнт дифузії; χ – коефіцієнт температуропровідності.

Механізм переносу тепла крізь мембрану з парою і в структурі мембрани задають межовими умовами для потоків розчину й дистилату, без і з урахуванням зміни швидкості й температури пари в порах.

Подальше удосконалення описання і розв'язку моделі (1) дасть змогу підвищити ефективність процесу, взявши до уваги якнайбільше факторів, що впливають на нього.

Перелік посилань:

1. Брык М. Т. Мембранная дистилляция / Брык М. Т., Нигматуллин Р. Р. // Успехи химии. – 1994. – 63. – № 12. – С. 1114-1129.
2. Угрозов В. В. Математическое моделирование процесса контактной мембранной дистилляции в проточном модуле / В. В. Угрозов // ТОХТ. – 1994. – 28. – № 4. – С. 375-380.
3. Ладієва Л. Р. Математична модель процесу контактної мембранної дистилляції / Л. Р. Ладієва, О. А. Жулинський // Автоматика. Автоматизація. Електротехнические комплексы и системы. – 2004. – № 2 (14). – С.46-51.

УДК 621.928.9

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ НЕОДНОРІДНИХ ГАЗОВИХ СИСТЕМ В ЦИКЛОФІЛЬТРИ

к.т.н., ст.в. Серебрянський Д.О., асистент Плашихін С.В.,
магістрант Захаров О.О.

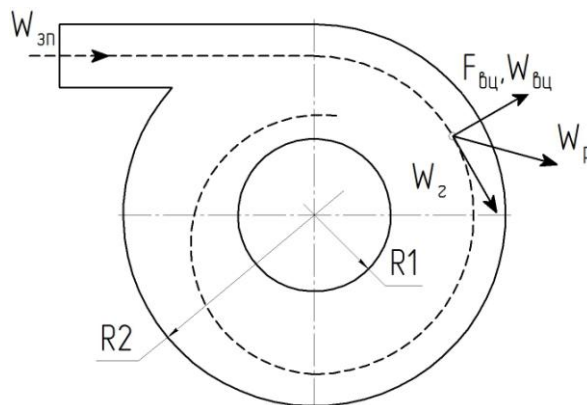
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У відцентрових пиловловлювачах для осадження частинок пилу використовується відцентрова сила (циклони, ротаційні, вихрові та динамічні апарати) і вони, завдяки простоті конструкції та обслуговування, невисокій вартості, порівняно невеликому опору та високій продуктивності, є найпоширенішими типами сухого пиловловлювання.

Запиленний потік вводиться в корпус апарату, з радіусом R_2 , через вхідний штуцер тангенціально зі швидкістю $W_{зп}$. Завдяки тангенціальному введенню, потік набуває обертового руху навколо вихлопної труби радіуса R_1 для відведення очищеного повітря [1]. Частинка під дією потоку неоднорідної системи $W_{зп}$ й відцентрової сили $F_{вц}$ рухається з результируючою швидкістю W_p по траєкторії осадження до стінок апарату та згодом осідає в бункері [2].

В запиленому потоці дрібні частинки можуть рухатися не паралельно напрямку газового потоку і не паралельно одна до одної, вони можуть зіштовхуватися між собою й зі стінками апарата. При зіткненні зі стінками, або одна з одною, частинки можуть злипатися або стиратися (процеси коагуляції та стирання рівно вірогідні).

Типову схему руху частинки в циклоні під дією відцентрових сил показано на рис.1.



$W_{зп}$ - швидкість запиленого потоку на вході в циклон; $W_{вц}$ - відцентрова швидкість; $F_{вц}$ - відцентрова сила; W_p - колова швидкість руху частинки; W_p - результируюча швидкість.

Рис.1 – Рух частинки в циклоні в полі відцентрових сил

В потоці на частинку, окрім сили тяжіння G , Архімеда A і тертя S , діє відцентрова сила $F_{\text{вц}}$:

$$F_{\text{вц}} = \frac{m \cdot W_{\text{г}}^2}{R},$$

де m – маса частинки; R – радіус траєкторії частинки; $W_{\text{г}}$ – колова швидкість руху частинки [2].

Також важливою характеристикою циклонів є його аеродинамічний опір, що можна представити наступним виразом:

$$\Delta p = \zeta_{\text{ц}} \frac{\rho \cdot W_{\text{г}}^2}{2},$$

де $\zeta_{\text{ц}}$ – коефіцієнт опору циклона, що визначається експериментально; ρ – густина потоку; $W_{\text{г}}$ – швидкість вхідного потоку.

Циклонні пиловловлювачі мають наступні переваги: відсутність рухомих частин в апараті; простота виготовлення; майже постійний гідравлічний опір; можливе вловлювання абразивних матеріалів при захисті внутрішніх поверхонь спеціальними покриттями.

В даній роботі ми використовуємо розглянуту вище фізичну модель процесу осадження частинки в циклоні під дією відцентрових сил для аналогічного процесу в циклофільтрі, який відрізняється від типового циклону наступним:

- за аналог прийнято циклон типу ЦН-15 з кутом нахилу вхідного штуцера 0° ;
- апарат поміщено у зовнішній бункер;
- в першій чверті циліндричної частини прорізано вертикальні прямокутні отвори(жалюзі) для відсіювання великих часток та їх подальшого осадження у зовнішньому бункері.

Перелік посилань:

1. Дытнерский Ю.И. – «Процессы и аппараты химической технологии». – М.: Химия, – 1995.
2. Мікульонок І.О. – «Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології». – Київ: Політехніка. – 2002.

УДК 678.057

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ПЛАВЛЕННЯ ТА ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРУ В ДИСКОВОМУ ЕКСТРУДЕРІ

к. т. н., доц. Швед М.П., інженер Швед Д.М., магістрант Резнік Р.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

За своїм функціональним призначенням завантажувально-пластикуюча зона (ЗПЗ) дискового екструдера призначена для захвату полімеру, що подається шнековим дозатором, часткового або повного плавлення та подачі його в робочий зазор. Черв'ячна нарізка цієї зони виконана на циліндричній частині диска, хід якої, як правило, дорівнює його діаметру. Частота обертання диска в 5 – 6 разів перевищує загальноприйнятую частоту обертання черв'яків звичайних черв'ячних екструдерів з такими ж діаметрами черв'яка. Черв'ячна нарізка багатозахідна, і має в 2 – 3 рази меншу глибину та довжину.

На рис. 1 приведена схема живлення n – західного черв'яка, на якій видно, що кожен з n – витків знаходиться в зоні завантажувальної горловини тільки $1/n$ частку оберта. Тому, завантажувальна горловина завжди працює в так званому «голодному» режимі. Таким чином, кожен виток n – західного черв'яка періодично заповнюється полімером, який по мірі його руху вздовж каналу черв'яка поступово ущільнюється. Степінь ущільнення та довжина каналу, повністю заповненого полімером, залежить від опору робочого зазору. По довжині багатозахідного черв'яка ЗПЗ дискового екструдера можна виділити наступні зони.

Зона «голодного» живлення, в якій канал черв'яка не повністю заповнений полімером, але на відміну від однозахідного черв'яка полімер в залежності від положення витка поперемінно дотикається до поверхні черв'яка і циліндра і швидко переміщується в зону стиснення.

Далі йде зона з повністю заповненим каналом черв'яка. Довжина цієї зони залежить від опору дискової головки і збільшується зі збільшенням останнього. На першій ділянці зони, що розглядається, відбувається транспортування полімерної пробки, але без її плавлення за рахунок сил тертя полімеру зі стінкою циліндра і черв'яком. Теплота, що виділяється за рахунок «сухого» тертя, йде на

часткове нагрівання полімеру, а частково виділяється в навколишнє середовище через стінку циліндра. На другій ділянці зони з повністю заповненим каналом черв'яка, враховуючи тиск 3–5 МПа, відбувається процес дисперсійного плавлення полімеру. На цій ділянці процес протікає практично адіабатично. Черв'ячна нарізка ЗПЗ закінчується коли у витках утворюється 80 - 90% розплаву.

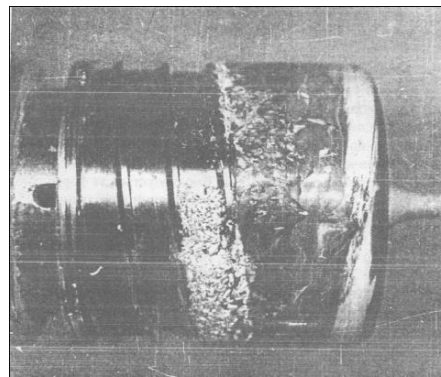
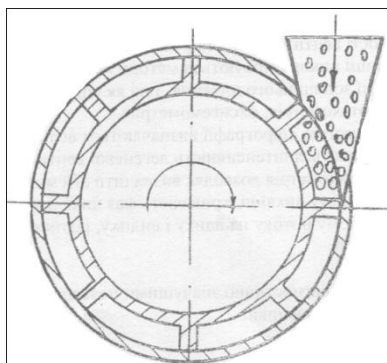


Рисунок 1 – Схема ЗПЗ дискового екструдера

Вищеописана фізична модель перевірялась експериментально на однощільовому дисковому екструдері шляхом його миттєвої зупинки в робочому режимі і швидкому охолодженні робочих органів («заморожування»). Далі, після попереднього розігрівання корпусу дискового екструдера до 380 К, він знімався і візуально досліджувались зразки матеріалу, що залишився на ЗПЗ, рис. 1. Досліджування зразків по товщині здійснювалось після розігрівання диска, що обертається, до 380 К, знімання зліпків і розрізання їх на окремі ділянки. Аналіз досліджень зразків підтверджує описану фізичну модель процесів, що проходять в ЗПЗ дискового екструдера.

Перелік посилань:

1. Швед Н.П., Разработка процессов экструзии термопластов на каскадных экструдерах: дис. кандидата техн. наук: / Швед Николай Петрович - К., 1983. — 167с.

УДК 621.21

**ГІДРОДИНАМІКА У АПАРАТАХ З ВИСОКИМ ШАРОМ
ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ОДЕРЖАННІ ГУМІНОВО-
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

д.т.н., професор, Корнієнко Я. М., магістрант Мельник М. П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Основною вимогою для утворення гуміново-мінеральних добрив нового покоління є рівномірне розподілення мінеральних речовин та гумінових композитів по всьому об'єму гранули.

Згідно проведених досліджень вміст гумінових речовин не може перевищувати 1% від маси сухих речовин у твердому композиті. Тому найбільш доцільним є використання псевдозрідження для одержання композитів з пошаровою структурою з товщиною шару $10^{-6} \dots 10^{-7}$ м.

Така структура досягається за рахунок багатократного, регулярного проходження через зони зрошення, релаксації та зони інтенсивного тепло-масообміну.

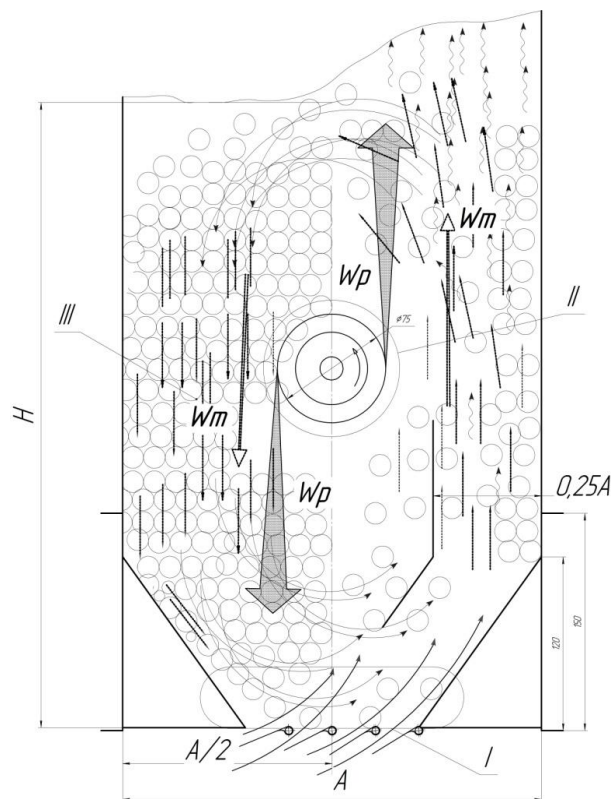
Враховуючи, що важливим фактором при реалізації процесу шляхом масової кристалізації є висота зернистого шару, що в 5-6 разів перевищує висоту шару теплообміну. Тому є визначальним реалізація режиму з направленою циркуляцією визначає стійкість кінетики гранули утворення гуміново-мінеральних твердих композитів.

Для реалізації цього процесу, на підставі попередньо проведених дослідів, запропоновано газорозподільний пристрій (ГРП) згідно рисунку 1.

В нижній частині встановлюємо ГРП жалюзійного типу, які спрямовують газовий потік в праву сторону камери гранулятора і спричиняють висхідний потік. Для забезпечення струменевого висхідного руху в камері гранулятора встановлюємо спеціальну перегородку на відстані $0,25A$ і висотою H (параметри будуть встановлюватись

експериментально). Це дозволить забезпечити вертикальний рух зернистого матеріалу по всій висоті шару $H=360\dots400$ мм.

Напрямок руху диспергатора - проти годинникової стрілки. В цьому випадку вектор руху крапель рідини - W_p , що диспергується, співпадає з основним вектором руху зернистого матеріалу в шарі - W_m . Це дозволить забезпечити направлену циркуляцію зернистого матеріалу в шарі з послідовним його переміщенням через зони: інтенсивного тепло-масообміну - I, зону зрошення - II та релаксації - III. Також забезпечується повна циркуляція зернистого матеріалу в усьому об'ємі зернистого матеріалу без пульсаційного режиму.



I – зона інтенсивного тепло-масообміну; II – зона диспергування розчину;
III – зона релаксації.

Рисунок 1 – Схема руху зернистого матеріалу

Запропонована камера гранулятора потребує експериментальних гідродинамічних досліджень та оцінки впливу на кінетику процесу гранулоутворення при зневодненні рідких систем.

УДК 621.926.22

АНАЛІЗ ПОДРІБНЮЮЧИХ АПАРАТІВ УДАРНОЇ ДІЇ БЕЗ РОЗВИНЕНОЇ СЕПАРАЦІЇ

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

Метою даної роботи є обґрунтування способу подрібнення гранульованих органо-мінеральних композитів для забезпечення рециклу гранул.

Для тонкого подрібнення як у промисловості, так і на лабораторній практиці частіше за все застосовують млини чотирьох типів – обертові барабанні, шарові, вібраційні, дезінтеграторні(дисмембраторні) і струменеві. Ефективність роботи таких млинів, економічність і діапазон дисперсності, в якому вони дають кращі показники, залежать від багатьох факторів. Серед них важливе значення мають матеріали стінок і подрібнюючи тіл, розміри і кількість шарів. Багато що визначає зв'язаний з млином агрегат завантаження і вивантаження подрібненого матеріалу.

Подрібнюючі апарати ударної дії поділяються на дезінтегратори та дисмембратори, які в свою чергу поділяються на апарати з горизонтальною та вертикальною віссю обертання диска.

Розглянемо апарати цих типів і їх переваги та недоліки.

Дезінтегратор (рисунок 1) складається із двох барабанів, які входять один до одного та кожен із яких має власний привідний вал у підшипниках, змонтованих на одній рамі. Барабан складається із диска, на якому по концентричних колах закріплені пальці. В міру віддалення від центра відстань між пальцями зменшується. Диск, у свою чергу, закріплений до маточини, яка сидить на привідному валу. Ряди пальців одного барабана знаходяться між пальцями іншого. Барабани обертаються у протилежних напрямках.

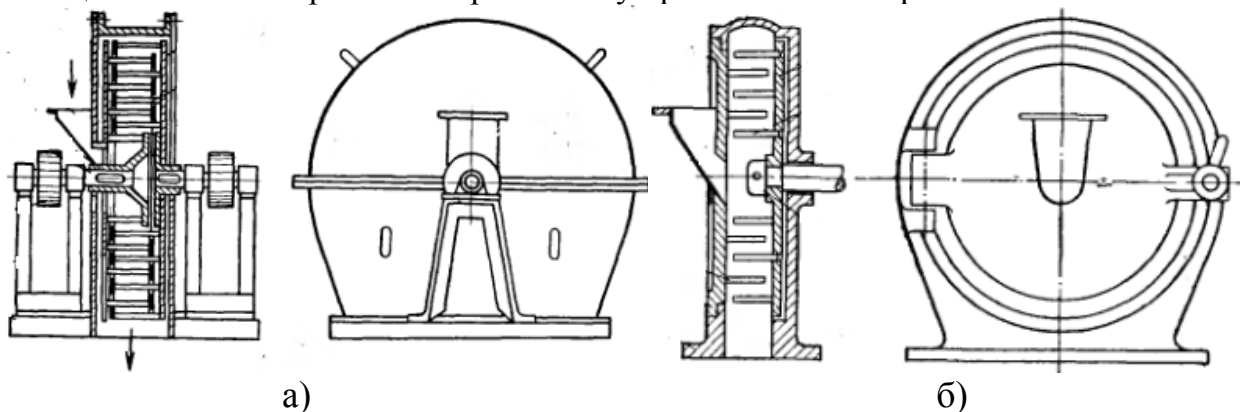


Рисунок 1 – Дезінтегратор (а) та дисмембратор (б) з горизонтальною віссю обертання диска

Матеріал, що підлягає подрібненню, надходить через штуцер у центральну частину одного з барабанів і потрапляє між рухомими назустріч один одному пальцями, де і відбувається його подрібнення.

До переваг даного апарату можна віднести високу ступінь подрібнення та відносно меншу швидкість обертання дисків.

Недоліком є швидкий знос елементів дисків, а саме пальців, складна конструкція та високий гідравлічний опір.

Дисмембратор з горизонтальною віссю обертання диска (рисунок 1) складається з обертового диска із закріпленими на ньому по концентричним колам пальцями, корпуса, відкидної кришки з пальцями і штуцера. Матеріал надходить через штуцер у центр дисмембратора, потрапляє між рухомими і нерухомими пальцями, де і відбувається його подрібнення.

Переваги даного апарату: компактна конструкція.

Недоліки: у двічі більша швидкість обертання диску, відповідно швидкий знос пальців на рухомому диску.

Дисмембратор з вертикальною віссю обертання барабана (рисунок 2) складається з нижнього і верхнього дисків, пальців, лопатей, відбійника, завантажувальної труби і щетцера.

Матеріал подається через трубу спочатку на верхній диск, а потім на нижній обертовий диск і далі до подрібнюючої зони між пальцями. Знизу через вікна в камеру подрібнення надходить газ. Потік газу підхвачує подрібнені частинки і піднімає їх в корпус. Досягнувши кришки корпуса потік газу двічі змінює напрямок на 180°. При зміні напрямку великі частинки центробіжними і інерційними силами відділяються від потоку і збираються у збірнику. Маленькі частинки виносяться газовим потоком через штуцер.

Перевагами даної конструкції є рівномірний розподіл матеріалу по зоні подрібнення, більш однорідний гранульований склад отриманого продукту.

Недоліки: громізка конструкція, великий гідравлічний опір.

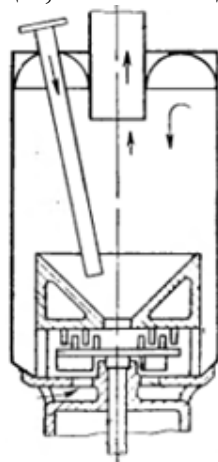


Рисунок 2 – Дисмембратор з вертикальною віссю обертання барабана

Перелік посилань

1. Сиденко П. М. «Измельчение в химической промышленности». Изд. 2-е, перераб. М., «Химия», 1977 г. – 368 с.
2. Тимонин А.С. – «Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования». Химия, 2002. В 3-х томах. – 1017 с.

УДК 621.928.93

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ ДИСПЕРСІЙНИХ СИСТЕМ

магістрант Подолянець В. А., аспірант Смілян І.О.,

к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Осадження під дією відцентрових сил застосовують для розділення неоднорідних газових систем. Для здійснення цього процесу до частинок, що складають дисперсну фазу, необхідно прикласти відцентрову силу, що здійснюється введенням дисперсійного середовища в поле відцентрових сил.

Модель для теоретичних і експериментальних досліджень повинна задовольняти наступні основні вимоги:

- 1) проста аеродинамічна схема;
- 2) досить висока ефективність осадження;
- 3) принципова можливість створення на основі досліджуваної моделі конструкції промислового циклона.

Цим вимогам відповідає циклон, схема якого представлена на рисунку 1.

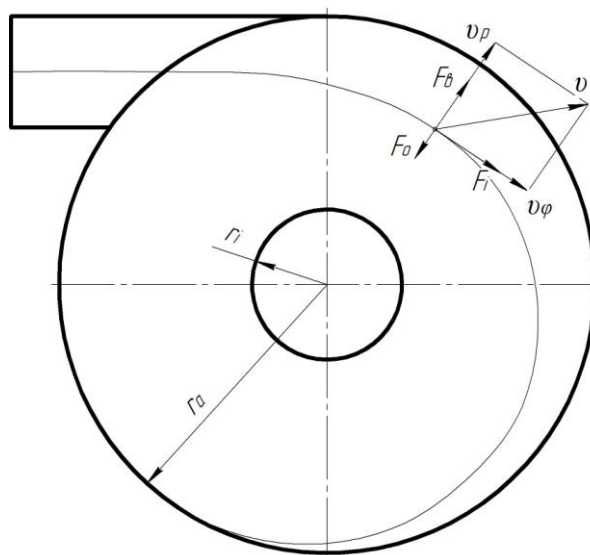


Рисунок 1. Схема осадження твердих частинок в циклоні.

Зона розділення представляє собою об'єм, в який тангенційно подається аеросуміш, що підлягає сепарації.

У випадку сепарації досить дрібного пилу (рух в області опору Стокса) в потенційному обертаючому потоці рівняння руху можуть бути написані в вигляді:

Рівняння потенційного обертання:

$$\vec{v}, \vec{r} = v_{\varphi} \cdot r = const.$$

Рівняння Стокса:

$$\vec{v}, \vec{r} = Q / 2 \cdot \pi \cdot h = v_p \cdot r = const,$$

де, v – повна швидкість частинки; v_{φ} і v_p – тангенційна і радіальна складові швидкості частинки; Q – витрата аеросуміші; r – поточний радіус; r_a і r_i – зовнішній та внутрішній радіуси зони розділення.

Якщо припустити вплив сили тяжіння на частку в зоні сепарації, то частка буде рухатись під дією відцентрової сили F_e , прагнучої відкинути її на периферію, і сили опору середовища F_o і сили інерції F_i .

$$\begin{cases} F_e = \frac{\pi \cdot \delta^3}{6} \cdot \rho \cdot \frac{v_{\varphi}^2}{r}; \\ F_c = 3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot \delta \cdot v_p; \\ F_i = \frac{\pi \cdot \delta^3}{6} \cdot \rho \cdot v = const. \end{cases}$$

Дану систему рівнянь потрібно вирішити за допомогою числових методів на ЕОМ.

Перелік посилань:

1. Ратушняк Г. С., Лялюк О. Г. “Технічні засоби очищення газових викидів”.
2. С. Т. Ушаков, Н. І. Зверев, “Инерционная сепарация пыли”.
3. А. И. Поваров, “Гидроциклоны на обогатительных фабриках”.

УДК 631.867

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИЛУЧЕННЯ ГУМІНОВІСНИХ
РЕЧОВИН З ТОРФУ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ МІНЕРАЛЬНО-
ГУМІНОВИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТИВ**

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістрант Кучеренко І.В.,
магістрант Карпенко О.П.

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

З погляду практичного рослинництва найважливішим засобом поліпшення харчування сільськогосподарських культур є застосування органічних і мінеральних добрив. Ріст рослинної продукції визначається безліччю факторів, серед яких ведуча роль все-таки належить добривам і особливо комплексним, виробництво яких нарощує високі темпи.

Для здійснення багатфакторних процесів екстракції при отриманні вихідного розчину для з одержання гуміново-мінеральних композитів із заданим властивостями необхідно визначити вплив технологічних параметрів на ефективність процесу вилужування при різних умовах організації процесу.

Метою роботи є дослідження процесу екстракції, визначення впливу технологічних параметрів на ефективність вилужування гуміновмісних речовин з торфу.

Експерименти проводились на дослідній установці що містить екстрактор, центрифугу для розділення фаз, а також піч для випарювання рідини. Вихідним робочим розчином був розчин гідроксиду калію з дрібнодисперсним торфом. Температурний режим підтримувався за нормальних умов.

Попередніми дослідженнями встановлено, що найбільш суттєвий вплив на процес твердофазової екстракції мають концентрація лугу C_1 , % – X_1 , концентрація сухого торфу в розчині C_2 , % – X_2 та тривалість процесу вилужування τ , год – X_3 . В якості цільової функції вибрано коефіцієнт вилучення η , який визначався, як різниця сухої речовини до екстракції та після розділена на всю масу розчину, у %. Для встановлення залежності

коефіцієнту вилучення від вказаних параметрів застосовувався повний факторний експеримент типу 2^3 .

Після визначення коефіцієнтів регресії і перевірки їх на значимість отримано рівняння:

$$\eta_p = 81,52 - 3,24X_1 - 15,71X_2 - 2,44X_3 \quad (1)$$

Перевірка адекватності рівняння проводилась за критерієм Фішера. Розрахунковий критерій Фішера становить $F = 2,09$, що значно менше табличного значення $F_T = 9,12$. Тобто одержане регресійне рівняння (1) з адекватністю 0,93 описує результати експериментальних даних в діапазоні зміни дослідних величин.

Висновки

Була підібрана фізична та створена математична модель процесу екстракції гуматів з торфу. Перевірена адекватність створеної математичної моделі.

Найбільший за значенням коефіцієнт при концентрації луку - 15,71 свідчить про суттєвий вплив концентрації в розчині КОН в характеристичній точці на процес вилучення. Це підтверджує правильність вибору каналу регулювання багатофакторного процесу вилучування за показаннями цього параметру. Оцінка фактичних значень коефіцієнтів в рівнянні (1) дозволяє визначити стратегію формування системи керування з метою здійснення процесу екстракції в кінетично стабільні області.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я. М. Засади техногенної безпеки в агропромисловому комплексі України / Я. М. Корнієнко, Я. М. Заграй, А. І. Буджерак // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2001. - № 3. – С.129-135.

2. <http://agrotechnosouz.com.ua/uploads/files/zerno-n4-2011.pdf> від 10.10.2011

3. А.Г. Бондарь, Г.А. Статісха. Планирование эксперимента в химической технологии. 183 с., «Вища школа», Киев, 1976 г.

УДК 66.081.63

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МЕМБРАН

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Питна вода є необхідною для існування людини. Забруднення річок, озер та підземних вод промисловими та побутовими відходами, кліматичні зміни та інші фактори призвели різко зменшення кількості джерел якісної питної води. Для вирішення проблеми забезпечення людства питною водою в останні десятиліття широкого поширення набули баромембранні процеси, зокрема зворотній осмос [1]. Основним обмеженням розвитку таких процесів є забрудненням мембран. Для зменшення такого негативного впливу застосовують попередню очистку води перед подачею води в мембранні модулі, додавання до початкового розчину речовин, що зменшують інтенсивність осадоутворення (атискейлантів) або руйнують шар осаду, періодичне промивання мембран тощо [2].

З метою перевірки можливості використання гідродинамічної кавітації для очищення поверхні мембран та інтенсифікації хімічної обробки промивними розчинами було проведено ряд експериментів з відпрацьованим мембранним модулем марки AquafilterTFC-75 після 18 місяців роботи на водопровідній воді. Враховуючи фізико-хімічні властивості мембран, з метою уникнення їх термічного руйнування обробка проводилася при пониженій температурі (до 35 °C) і, відповідно, при розрідженні (тиск розрідження 0,08 МПа). В якості промивної рідини використовувався 5% розчин лимонної кислоти. Якість роботи модуля оцінювалося за величиною коефіцієнта розділення:

$$R = 1 - \frac{C_{\text{поч}}}{C_{\text{кін}}}$$

Залежність коефіцієнта розділення від відносної тривалості роботи модуля представлена на рисунку 1.

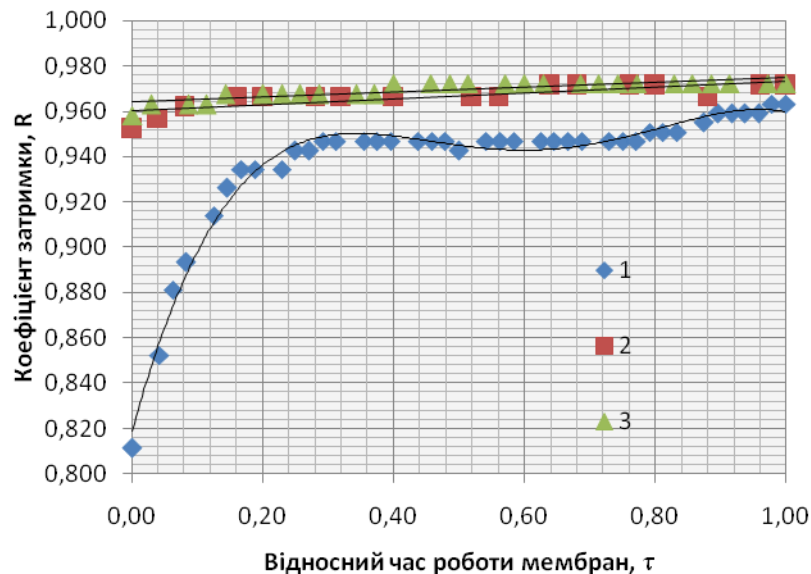


Рисунок 1. Зміна коефіцієнту затримки з часом для відпрацьованої (1) та обробленої (2, 3) мембрани

Результати попередніх досліджень покують зростання після обробки коефіцієнта розділення в середньому на 3%, а також зростання питомої продуктивності на 11%, що свідчать про задовільне відновлення селективності та продуктивності мембранного модуля. Відповідно до цього формулюється задачі подальших досліджень, які включають встановлення впливу величини розрідження, складу промивного розчину, температури середовищ та тривалості обробки на якість відновлення властивостей, а також визначення тривалості стабільної роботи мембранного модуля після обробки.

Перелік посилань:

- 1.Первов А. Г., Андрианов А. П., Ефремов Р. В., Козлова Ю. В. Новые тенденции в разработке современных нанофильтрационных систем для подготовки питьевой воды высокого качества // Серия Критические технологии. Мембраны. – 2005. – №1. – С. 18-34.
2. Федоренко В. И. Ингибирование осадкообразования в установках обратного осмоса // Серия Критические технологии. Мембраны. – 2003. – №2. – С. 23-30.

УДК 536.423+532.528

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВІВ МЕХАНІЗМІВ ДИСКРЕТНО-
ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ
ВОДНИХ СИСТЕМ**

к.т.н. Дубовкіна І.О., к.т.н. Целень Б.Я.

Інститут технічної теплофізики НАН України

На сьогоднішній день особливу увагу слід приділяти впровадженню інноваційних розробок, які дозволяють не лише підвищити ефективність використання природно-сировинних ресурсів, а й вирішити проблему екологізації виробництва.

Вода є складовою для багатьох галузей промисловості: харчової, фармацевтичної, хімічної. У зв'язку з цим, удосконалення існуючих та розроблення нових технологій підготовки водних систем: питної води та води для харчових виробництв і доведення її якості до необхідних стандартів на сучасному етапі стають важливим завданням для науковців.

Метою роботи є дослідження впливів механізмів дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) на властивості водних систем, а саме води та водно-спиртових сумішей.

В Інституті технічної теплофізики НАН України було розроблено обладнання, що реалізує основні механізми ДІВЕ: ефекти, пов'язані з прискоренням руху неперервної фази, дію напружень зсуву, кавітаційні механізми, механізм вибухового закипання, колективні ефекти в ансамблі бульбашок, збурювання міжфазної поверхні в газорідних середовищах.

На основі проведених досліджень запропонована схема технологічної лінії обробки води і водно-спиртових сумішей методом високочастотних гідродинамічних коливань для виробництва водно-спиртових сумішей.

Обладнання, що використовується для досліджень пройшло промислові випробування. Була отримана вода і водно-спиртова суміш з поліпшеними органолептичними якостями та хімічними параметрами.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ БЕЗПЕКИ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

доцент к.т.н. Рубльов А.В.

Національний транспортний університет

Сучасна теорія надійності розглядає гідротехнічні споруди як складні системи, що є сукупністю взаємодіючих елементів. Елементами системи є самостійні конструктивні одиниці або їх окремі частини, для яких можна ідентифікувати відмову. Стан системи визначається комплексом параметрів, які за своєю природою володіють невизначеністю. Розрізняють:

- вихідні параметри;
- параметри системи;
- параметри реакції системи.

Вихідними параметрами є зовнішні навантаження та впливи, параметрами системи - її геометричні розміри і фізико-механічне властивості матеріалів. Параметри реакції описують відгук системи (переміщення, зусилля, напруга, і так далі), на всі можливі зовнішні події. Основна мета розрахунку надійності полягає у визначенні імовірнісних властивостей реакції системи при заданих імовірнісних властивостях вихідних параметрів і параметрів системи.

Практично у всіх завданнях проектування гідротехнічні споруди застосовується схема роздільного аналізу вихідних параметрів і параметрів системи. Їй відповідає напів ймовірнісний метод розрахунку по граничних станах. Вважається, що конструкція опиняється в граничному стані, коли певний параметр реакції системи досягає порогового значення. Такий стан трактується як відмова системи. Для кожного виду граничного стану формулюється гранична нерівність.

Вірогідність безвідмовної роботи системи P_f виражається як вірогідність виконання нерівності:

$$P_f = P\{S - R - Q > 0\}$$

де S - запас міцності;

R – узагальнена характеристика опору;

Q - узагальнена характеристика ефекту навантаження.

Основна мета досліджень присвячена розробці методу оцінки безпеки та надійності гідротехнічних споруд, що сприймають дію комплексу випадкових чинників.

СЕКЦІЯ 2

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

УДК 664.8.047

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ В ПРОЦЕСІ
СУШІННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ
КОЛОЇДНИХ ТІЛ**

магістрант Є.С. Городніченко,
чл.-кор. НАН України д.т.н. Ю.Ф. Снежкін,
к.т.н. О.Г. Зубрій, к.т.н. Ж.О.Петрова
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Кінетика теплообміну при сушінні може бути повністю виражена за даними кінетики вологообміну [1]. Відомо, що в періоді постійної швидкості сушки рівняння відносної (безрозмірної) густини теплового потоку має вигляд (1).

$$q^* = N^*(1 + Rb) \quad (1)$$

Рівняння (1), встановлює зв'язок між величинами, визначаючими теплообмін q^* і вологообмін N^* при сушінні за допомогою числа Ребіндера, є основним рівнянням кінетики процесу сушіння.

В якості зразків колоїдних капілярно-пористих тіл використано бінарну харчову суміш на основі гороху та моркви. Величини q^* побудовані при різних температурних режимах сушіння, розміщуються на одну загальну плавну криву, залежну від вологовмісту матеріалу.

По відомим q^* , N^* , і Rb легко розрахувати густину теплового потоку $q(\tau)$ для різних режимів сушіння:

$$q(\tau) = q^* \cdot q \quad (2)$$

Визначення густини теплового потоку $q(\tau)$ в нестационарному процесі тепло та масообміну при сушінні по даним волого обміну і числу Ребіндера дозволяє визначити коефіцієнт тепловіддачі α , а потім і теплове число Нусельта. Коефіцієнт тепловіддачі α розраховується з врахуванням середньої зміни температури граничного шару.

На рис. 1 наведено залежність величини коефіцієнта тепловіддачі від зміни вологовмісту матеріалу в процесі сушіння.

$$\alpha = \frac{q(\tau)}{(t_b - t_{II})} \quad (3)$$

З рис. 1 видно, що зі зменшенням вологовмісту матеріалу в період прогріву та постійної швидкості величина α збільшується до максимального значення, а потім в з

середини другого періоду стрімко зменшується, що свідчить про сповільнення конвективного теплообміну.

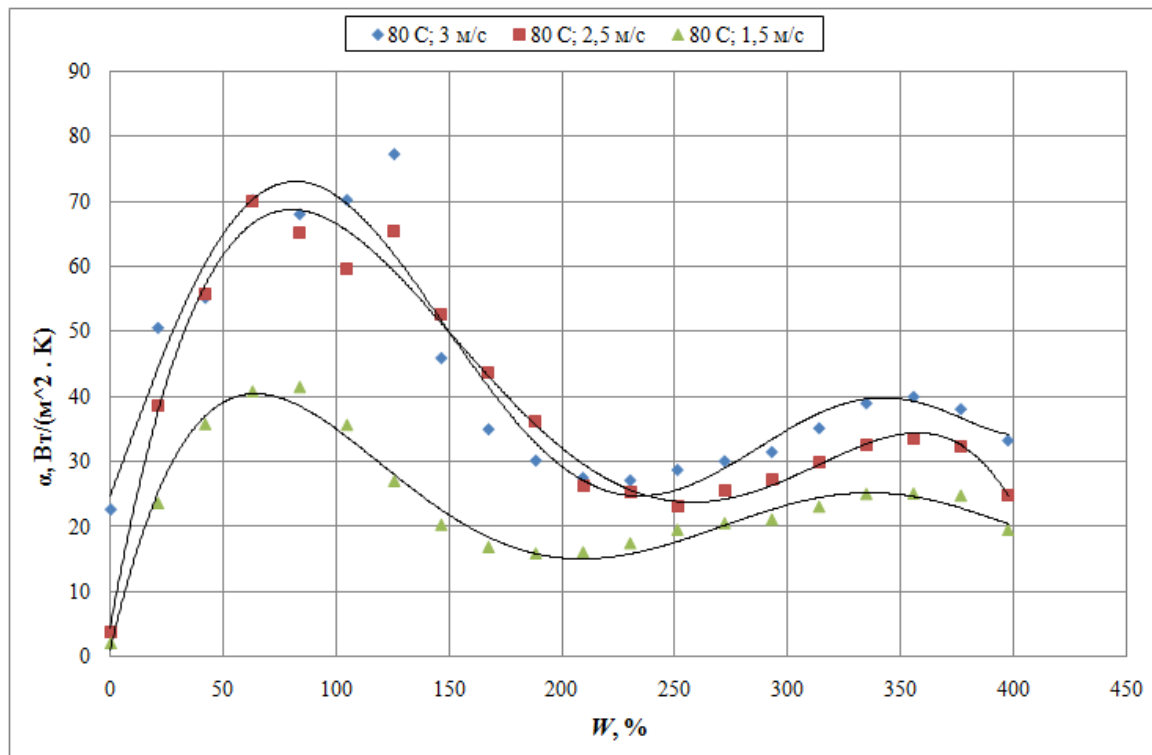


Рисунок 1. Залежність величини коефіцієнта тепловіддачі від зміни вологовмісту матеріалу для горохово-морквяної суміші

При досягненні 8-12 % коефіцієнт тепловіддачі прямує до нуля. Це вказує на те, що матеріал повністю прогрітий і тепловий потік $q(\tau) \rightarrow 0$.

Отримані залежності вказують на те, що сушильні установки для організації економічного і енергетично доцільного процесу сушіння колоїдних капілярно-пористих тіл рослинного походження повинні забезпечувати можливість ступінчатих режимів енергопідводу з пониженням температури по мірі зниження вологовмісту матеріалу, що дасть змогу не перегріти матеріал і отримати продукт високої якості.

Перелік посилань:

1. Снежкин Ю. Ф., Боряк Л. А., Хавин А. А. Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых ресурсов. – К.: Наукова думка, 2004. –228 с.

УДК 66.047:66.013

РОЗПИЛЮВАЛЬНИЙ МЕТОД ВИСУШУВАННЯ РІДИННИХ МАТЕРІАЛІВ

магістрант Голубок Д.С., к.т.н., доц., Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

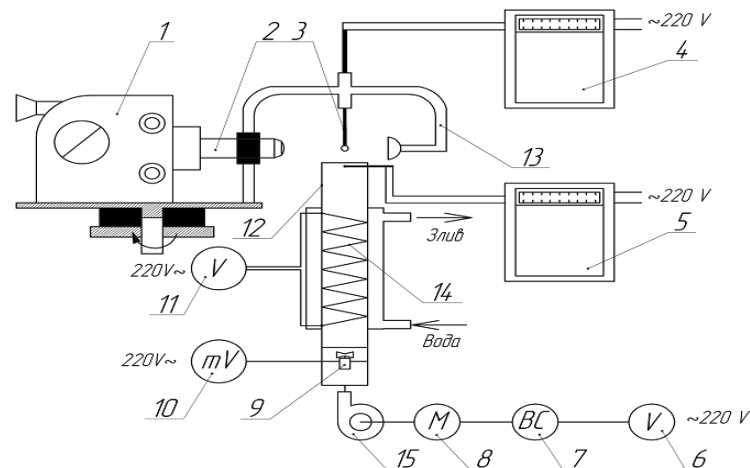
Одним з поширених методів зневоднення є розпилювальна сушка, що використовується для отримання порошкоподібного продукту з рідких та пастоподібних речовин. Основними перевагами цього способу є висока інтенсивність масо- та теплообмінних процесів. Останнє набуває особливої ваги при висушуванні термолабільних, чутливих до високих температур матеріалів, температура матеріалу, навіть в зоні високих температур теплоносія, є низькою, близькою до температури рівноважного випаровування (температури мокрого термометра)[1].

Визначення залежності температури краплі від часу нагрівання $T_k=f(\tau)$ для одиничної краплі при різному початковому вмісті сухих речовин C_o в розчині, дає можливість визначити характер протікання процесу зневоднення розчину в розпилювальній сушарці [2].

Робоча частина установки (рис.1) складається з кварцової аеродинамічної труби (12) діаметром 0,040м, змонтованої строго вертикально, в нижній частині якої встановлено регулювальний електронагрівач повітря (14), а на виході – стабілізатор поля швидкостей потоку у вигляді набору тонких кварцових трубок, розташованих по перетину повітроводу і дрібної металевої сітки.

Нагріте повітря вентилятором (15), що працює від двигуна постійного струму, із швидкістю, фіксованою спеціальним датчиком (9), розташованим на холодній ланці аеродинамічної труби, подається в її середину крізь сопло діаметром 0,033 м. Запис змінення температури і маси краплі в процесі зневоднення на потенціометрах (4,5) здійснюється синхронно у безперервному режимі, а змінення розміру і форми частки фіксується на кінострічку. Підвіска (13) разом з прикріпленою термопарою, на спай якої навішується крапля рідинного продукту, з оптичною системою (2) і кінокамерою (1) встановлені на обертовому столі, при поверненні якого до крайнього фіксованого положення крапля потрапляє в потік нагрітого повітря по вісі аеротруби.

Графічні залежності $T_k=f(\tau)$ для краплі води наведені на рис.2. З термограми видно, що на першій стадії відбувається прогрів каплі від початкової температури (17°C) до температури мокрого термометра (40°C), після чого температура каплі не змінюється, оскільки відбувається випаровування вологи з зовнішньої поверхні. Різке збільшення температури до температури потоку теплоносія свідчить про те, що крапля вологи випарилась – все тепло іде на нагрів термопари.



1 – кінокамера, 2 – оптична система, 3 – термопара, 4,5-потенціометри, 6,11 – вольтметр, 7- перетворювач струму, 8 – двигун, 9-датчик визначення швидкості потоку повітря, 10 – мілівольтметр, 12 – аеродинамічна труба, 13 – підсвічував, 14 – нагрівач, 15- вентилятор.

Рис.1 - Схема експериментального стенду

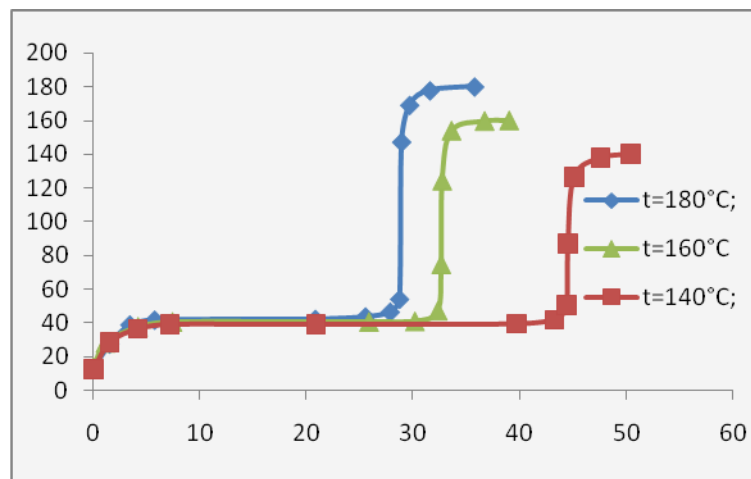


Рис.2 - Графік залежності $T_k=f(\tau)$ для краплі води при температурі теплоносія

$$T_1 = 180^{\circ}\text{C} ; T_2 = 160^{\circ}\text{C} ; T_3 = 140^{\circ}\text{C} .$$

Перелік посилань:

1. Долинский А.А. Кинетика и технология сушки распылением / А.А.Долинский, К.Д.Малецкая, В.В.Шморгун.–К.: Наукова думка, 1987.- 224 с.
2. Долинский А.А. Оптимизация процессов распылительной сушки/ А.А.Долинский, Г.К.Иваницкий. – К.: Наукова думка, 1984.-320с.

УДК 664.8.047

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ НОВИХ КАРОТИНОВМІСНИХ ПРОДУКТІВ

магістрант Сімороз Д.О., д.т.н., професор Снежкін Ю.Ф.,
к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут»

Сучасна наука і технологія тісно пов'язані з вирішенням проблеми задоволення потреби людства в нових харчових продуктах, тому їхня роль дедалі зростатиме.

Однією з найважливіших умов забезпечення працездатності й активного довголіття людини є повноцінне та регулярне постачання організму всіма необхідними харчовими речовинами. Зі зменшенням фізичного навантаження людини потреба у великих об'ємах їжі зникла, що призвело до зниження вмісту нутрієнтів та мікронутрієнтів у раціоні харчування. У цих умовах ризик розвитку більшості поширених захворювань людини істотно збільшується.

Та якщо вживати велику кількість їжі, то за малих енерговитрат це призведе до надлишкової маси тіла, зростання захворювань та навіть смерті. І знову ж таки, мала кількість їжі в раціоні харчування зумовлює нестачу багатьох важливих для життєдіяльності речовин. Тому метою моєї роботи є дослідження технології виготовлення так званих «функціональних продуктів», а саме морвяно-квасоляного функціонального харчового порошку.

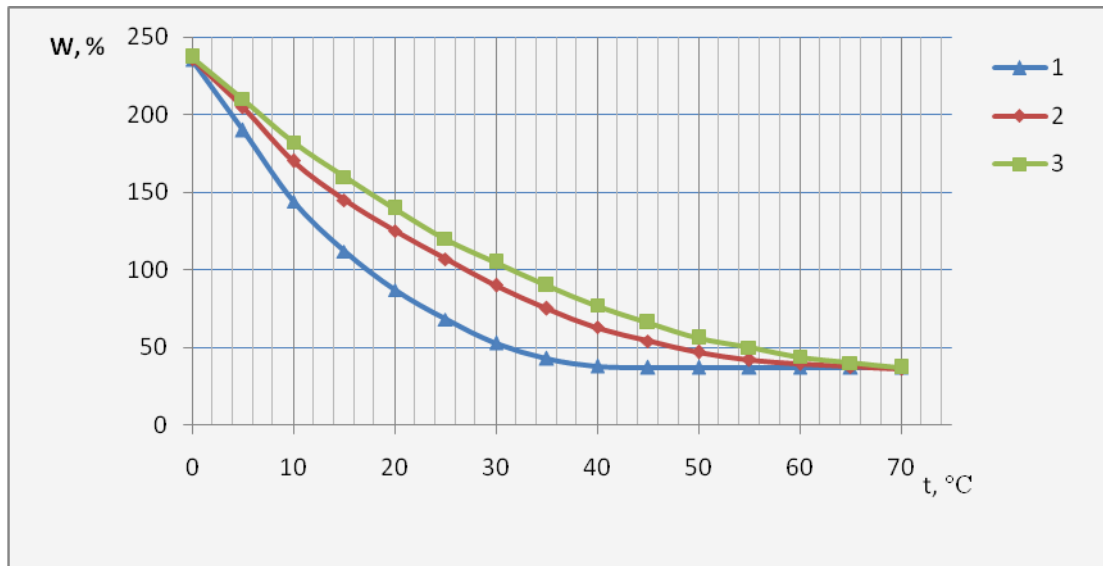
Функціональні продукти харчування [1] – не лише необхідні елементи харчового раціону, вони можуть бути також корисними в лікуванні захворювань, які є наслідком класичного дефіциту харчових речовин.

Рослинна сировина (овочі та фрукти) особливо цінна завдяки вмісту аскорбінової кислоти, фолатів, каротиноїдів, біофлавоноїдів і є основним практично єдиним їх постачальником. Багато вітамінів, амінокислот втрачається під час зберігання й перероблення рослинної сировини, тому розробка більш ефективних і придатних способів перероблення та консервації харчових продуктів є досить актуальною.

Дослідження процесу сушки суміші овочів проводились в конвективній сушарці, яка розроблена співробітниками ІТТФ НАН України.

Було проведено дослідження кінетики зневоднення квасоляно-морквяного функціонального харчового порошку. Дані експериментальних досліджень представлені на графіках.

На рис. 1 показані криві впливу температури теплоносія на кінетику сушіння морквяно-квасоляної суміші за різних температур при $V = 3,5$ м/с, $d = 10$ г/кг сухого повітря; розміри зразків $10 \times 50 \times 40$ мм. З рис. 2.6 видно, що зі збільшенням температури теплоносія від 60 до 100 °C скорочується термін сушіння суміші на 35 %, а швидкість сушіння зростає в 1,5 рази. Але збільшення температури теплоносія призводить до підвищення температури до 100 °C на кінцевій стадії процесу сушіння, що призводить до явного погіршення якості сухого зразка суміші. При температурі теплоносія 100 °C сушіння відбувається значно інтенсивніше, але втрати каротиноїдів досягають 65%.



1- 60°C, 2 – 70°C, 3 – 100°C

Рис.1- Вплив температури теплоносія на кінетику сушіння морквяно-квасоляної суміші за різних температур

Тому доцільно на кінцевій стадії понизити температуру теплоносія або сушити при нижчій температурі, тобто використовувати ступеневий режим. Зниження температури теплоносія на другому етапі сушіння доцільно зробити використовуючи інший метод, наприклад вакуумний. При вакуумному методі сушіння повітря має властивість поглинати значно більшу кількість вологи, ніж при конвективному методі.

Висновки

Можна зробити висновки, що втрати каротиноїдів найменші при температурі сушіння 70 °C. Але використовуючи ступінчатий температурний режим втрати каротиноїдів незначно перевищують ніж при температурі 70 °C. При цьому затрати теплоти значно менші. Сушіння при температурі 100 °C недоцільне, так як втрати каротиноїдів дуже значні.

Перелік посилань:

1. Снежкін Ю.Ф., Ж.О. Петрова. Харчові порошки з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку. – с. 7.

УДК 532.137: 666.97

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СУМІШІ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОНУ

к.т.н., доц. І.А.Андреев, магістрант Г.Ю.Ан

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

У процесі віброекструзії фібробетонних виробів має місце ламінарне конвективне змішання. Ламінарна течія здійснюється під дією гідростатичного тиску маси в результаті тиксотропного зниження в'язкості композиції.

Задачею роботи є визначення відмінностей процесу змішування у каналах різного поперечного перерізу при умові, що продуктивність цих каналів дорівнює продуктивності базової установки віброекструзії.

Розміри базового плоского симетричного каналу, що звужується (рис.1) складають: висота суміші у каналі $L_2 - L_1 = 0,5$ м (однакова для всіх каналів), ширина вихідної щілини $h = 0,05$ м, кут нахилу збіжних стінок до вертикалі $\varphi_0 = 30^\circ$ (однаковий для всіх збіжних каналів). Круглий кільцевий канал має менший радіус $R_m = 0,15$ м.

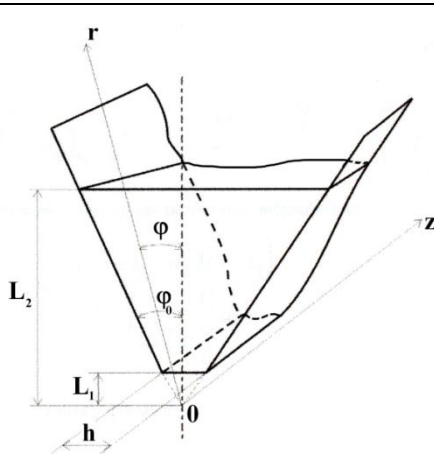


Рис. 1 – Базовий канал

Залежності функцій розподілу деформацій $F(\gamma)$ від відносної деформації зсуву $\gamma/\bar{\gamma}$ подані на рис. 2, а залежності функцій розподілу часу перебування суміші $F(t)$ від відносного часу перебування $t/\bar{t}$ – на рис. 3. Порівняння середніх значень деформацій зсуву для розглянутих каналів подано на рис. 4.

На рисунках 2, 3, 4 цифрами позначено: 1 – плоский симетричний канал, який звужується; 2 – плоско-паралельний канал; 3 – плоский несиметричний канал, який звужується; 4 – конічний канал; 5 – кільцевий канал; 6 – круглий канал.

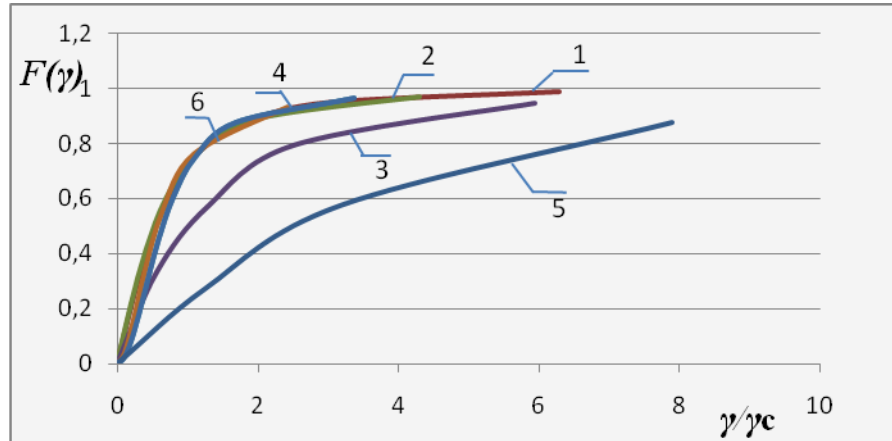


Рис. 2 – Залежності $F(\gamma)$ від

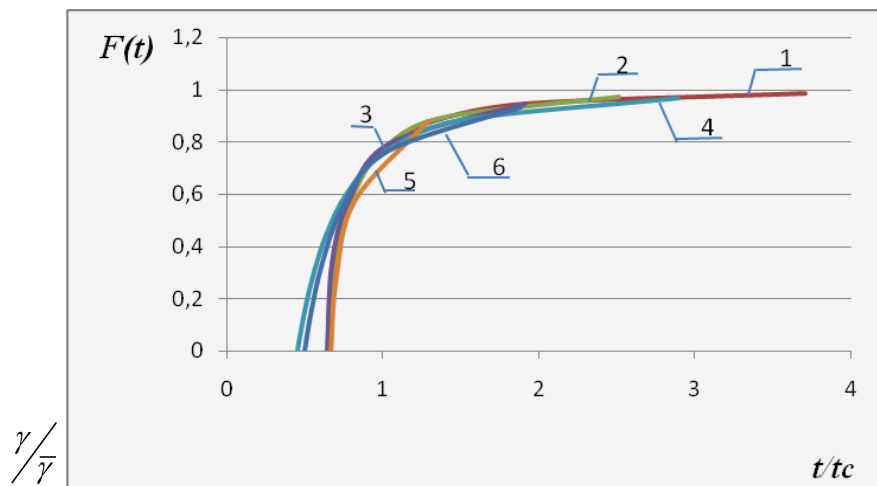


Рис. 3 – Залежності $F(t)$ від $t/\bar{t}$

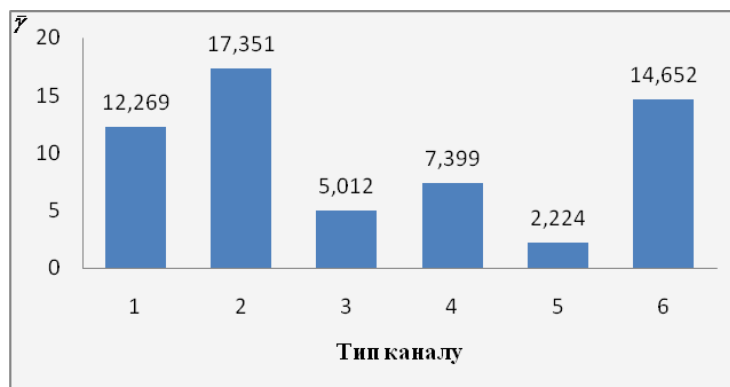


Рис. 4 – Середнє значення деформацій зсуву

Отримані результати у подальшому будуть застосовані при розробці конструкцій віброекструдерів для отримання фібробетонної суміші.

УДК 66.021.3/4

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

магістрант Безушко Н.А, доц. Зубрій О.Г.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

При проектуванні і експлуатації роторно-плівкових апаратів для оцінки їх ефективності необхідно знати гідродинамічні умови. Наприклад, для визначення середнього часу перебування продукту в робочій зоні, що особливо важливо для обробки термолабільних речовин. Для опису законів рівномірної течії плівки користуються рівняннями плоского руху рідини [1]. В напрямку вертикальної осі z рівняння має вигляд:

$$\frac{\partial(W_x W_z)}{\partial x} + \frac{\partial(W_y W_z)}{\partial y} + \frac{\partial(W^2 z)}{\partial z} = g \cos \varphi - \frac{1}{\rho_p} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu_p \nabla^2 W_z, \quad (1)$$

де W_x, W_y, W_z - складові локальної швидкості вздовж осей x, y, z ; φ - кут відхилення осі z від вертикалі; p - тиск у рідині; ρ_p - густина рідини; ν_p - кінематична в'язкість рідини; ∇ - оператор Лапласа.

В загальному випадку задачею гідродинаміки є визначення швидкості руху і тиску в рідині [1-3].

В РПА ця задача теоретично не розв'язується. А отже, користуються залежностями, які отримані дослідним шляхом. В роботі досліджувалось співвідношення кільцевої W_x і вертикальної W_z швидкостей течії плівки рідини в залежності від густини зрошення, кількості лопатей, зазору між лопаттю і корпусом, частотою обертання.

Експеримент проводився на прозорій моделі роторно-плівкового апарату в такій послідовності: при фіксованій частоті обертання ротора подавали рідину в модель апарату з заданою витратою. Оскільки циліндрична частина апарату була прозора, то можна було візуально спостерігати рух рідини по траєкторії трасера. Контролювали нерозривність потоку, тобто всі досліди проводились при густині зрошення, яка більша за мінімальну. Місце подачі трасера розташовували за початковою ділянкою. При виході на усталений режим замірявся кут φ нахилу траєкторії трасера за допомогою градуювальної шкали нанесеної на корпусі апарату. Цей кут характеризує співвідношення колової та осьової швидкостей рідини ($\frac{W_x}{W_z} = \tan \varphi$). Частина результатів дослідження представлені на рисунку 1.

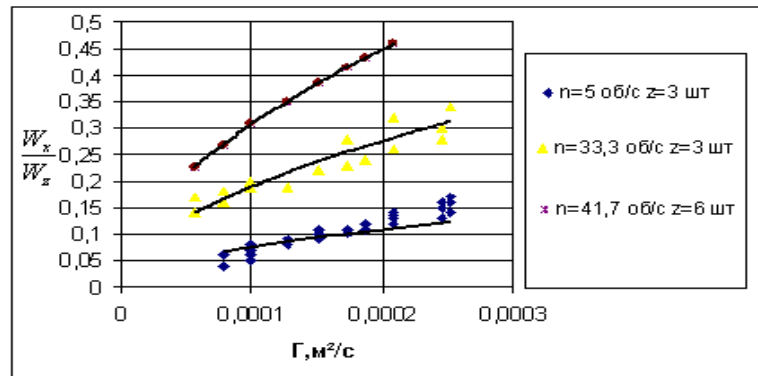


Рисунок 1 — Залежність співвідношення кільцевої і вертикальної швидкостей течії плівки рідини від густини зрошення

Як видно з графіків на величину $\frac{W_x}{W_z}$ значно впливає частота обертання n , кількість лопатей z та густина зрошення Γ . Зі збільшенням їх значень $\frac{W_x}{W_z}$ також зростає.

Результати дослідів були узагальнені у вигляді рівняння:

$$F = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{Re}_{nl}^{0,544} \text{Re}_{вц}^{0,481}, \quad (2)$$

де $\text{Re}_{вц} = \frac{\omega r^2 z}{\nu_n}$ – число відцентрового модифікованого Рейнольдса;

$\text{Re}_{nl} = \frac{4\Gamma}{\nu}$ – число Рейнольдса для плівкової течії по вертикальній поверхні;
 r – радіус ротору, м; ν_n – кінематична в'язкість повітря, м²/с ; $\omega = 2\pi n$ – кутова швидкість, рад/с.

В рівнянні використовується число Рейнольдса відцентрового модифікованого саме для врахування впливу кількості лопатей, його складовими є теплофізичні властивості повітря. Це пояснюється тим, що саме шар повітря надає рідині радіальної швидкості.

Отримане рівняння можна використовувати для розрахунку співвідношення колової і осьової швидкостей при: $192 \leq \text{Re}_{nl} \leq 1002$;

Перелік посилань:

1. Соколов В. Н., Яблокова М. А. Аппаратура микробиологической промышленности, - Л.: Машиностроение, 1988. – 278 с
2. Воронцов Е. Г. Теплообмен в жидкостных пленках / Е. Г. Воронцов, Ю. М. Тананайко. – К. : Техника, 1972. — 196 с..
3. Тананайко Ю. М. Методы расчета и исследования пленочных процессов / Ю. М. Тананайко, Е. Г. Воронцов. — К. : Техника, 1975. – 312с

УДК 532.137: 666.97

УДОСКОНАЛЕННЯ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ

к.т.н., доц. І.А.Андреев, магістрант С.С.Валуйскова

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Процес змішання компонентів суміші впливає на фізико-механічні властивості і зовнішній вигляд виробів, що формуються.

Гарне змішання буде досягатися за умови макрооднорідності суміші, що у віброекструзійній технології забезпечується розподілом і змочуванням фібр у тонкому шарі розчину перед змішуванням.

Традиційним пристроєм для отримання тонкого шару розчину у віброекструзійній технології є дозатор-живильник для безперервної подачі на транспортерну стрічку декількох суцільних джгутів розчину вкупі з вібростолом. При проходженні стрічки по поверхні вібростолу джгути розтікаються по всій ширині транспортерної стрічки, утворюючи рівномірний шар розчину.

За останні п'ять років визначились основні шляхи удосконалення обладнання для отримання тонкого шару розчину, які дозволяють зменшити металоємність і потужність пристрою, підвищити якість шару розчину, інтенсифікувати процес розтікання розчину по всій ширині стрічки.

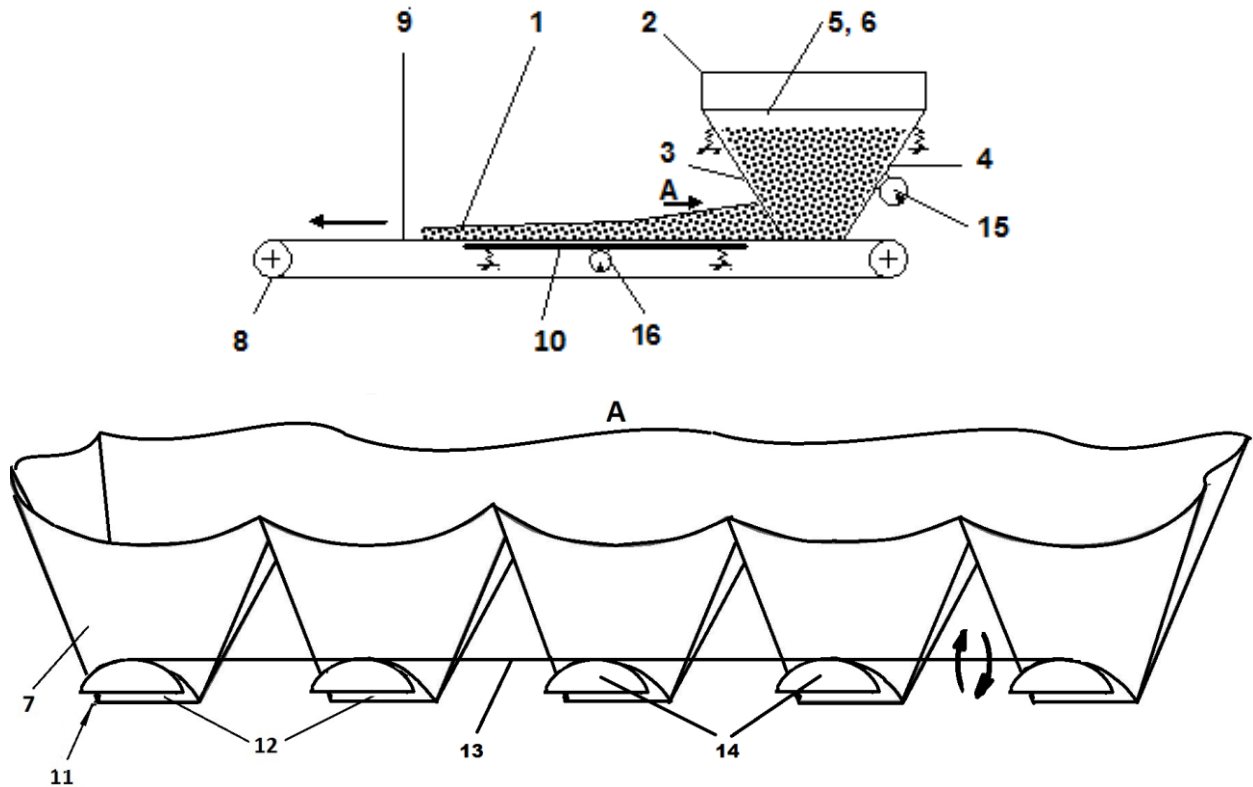
Недоліками відомих пристроїв є відносно тривалий час формування тонкого шару цементно-піщаного розчину при проходженні вітки стрічкового транспортера по вібростолу через початкову нерівномірність розтікання «джгутів» розчину на стрічковому транспортері і неможливість регулювання витрати цементно-піщаного розчину у широких межах через незмінний «живий переріз» вирізів на нижніх крайках каналів.

З метою вдосконалення конструкції дозатора-живильника цементно-піщаного розчину авторами було запропоновано вихідний переріз напрямних каналів і вирізи 12 на нижніх крайках 11 напрямних каналів 7 виконати у вигляді півкіл, а над вирізами 12

напрямних каналів 7 на осі 13 жорстко закріпити заслінки 14, які змонтовані з можливістю перекриття вирізів 12 при повороті осі 13.

За результатами проведених досліджень були подані дві заявки на отримання патентів України.

Конструкція дозатора-живильника, який пропонується, подана на рисунку.



1 – шар цементно-піщаного розчину, 2 – бункер, 3-6 – похилі стінки бункера, 7 – напрямний канал, 8 – стрічковий транспортер, 9 – верхня вітка стрічкового транспортера, 10 – вібростіл, 11 – нижня крайка, 12 – виріз, 13 – вісь, 14 – заслінка, 15, 16 – вібратори

Рис. – Дозатор-живильник цементно-піщаного розчину

Нове конструктивне виконання покращує процес формування тонкого шару цементно-піщаного розчину, зменшує час, який необхідний для цього і дозволяє здійснити плавне регулювання витрати цементно-піщаного розчину.

СЕКЦІЯ 3

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

УДК 678.4:658.567

ПРОЦЕС УЛЬТРАСЕЛЕКТИВНОГО ПІРОЛІЗУ РІДКИХ НАФТОВИХ ФРАКЦІЙ

к.т.н. Дмитрієв, к.т.н., доц. Ільєнко Б.К.

Інститут газу НАН України,

магістрант Гета В.В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Піроліз — найбільш жорстка форма термічного крекінгу нафтової і газової сировини, що, здійснюється при 700-900°C для отримання вуглеводневих газів з високим вмістом ненасичених сполук. Саме піролізом нафтових фракцій, у промислових умовах отримують етилен і пропілен (цінна сировина хімічної промисловості).

Для дослідження технології піролізу бензинових фракцій нафти українських родовищ, було розроблено лабораторну установку, що показана на рисунку 1.

Інертний газ (азот), що поступає з балону 1, витісняє з ємностей 3 і 4 воду і сировину, які проходять послідовно фільтри, регулюючу арматуру, ротаметри і надходять в підігрівач 5, де змішуються, випаровуються і парогазова суміш нагрівається до температури 580-655 °C. З підігрівача 5 через роздавальний колектор 6 парогазова суміш надходить в паралельні труби реактора 7, в якому відбувається процес піролізу. Потім суміш парів води, сировини і продуктів реакції проходить по трубках холодильника 8, де відбувається закалка та охолодження парогазової суміші до 130-200 °C. Тут же відбувається часткова конденсація парів важких вуглеводневих високо киплячих продуктів і води. Вуглеводні і вода, що сконденсувалися, періодично видаляються зі збирального колектора 9 через зливний штуцер, а газ надходить на свічку. При відборі проб частина пірогазу проходить систему охолодження 10, де конденсуються залишки парів рідких (вище C5) продуктів і водяної пари, а потім через газовий годинник 11 надходить у ємність для проб.

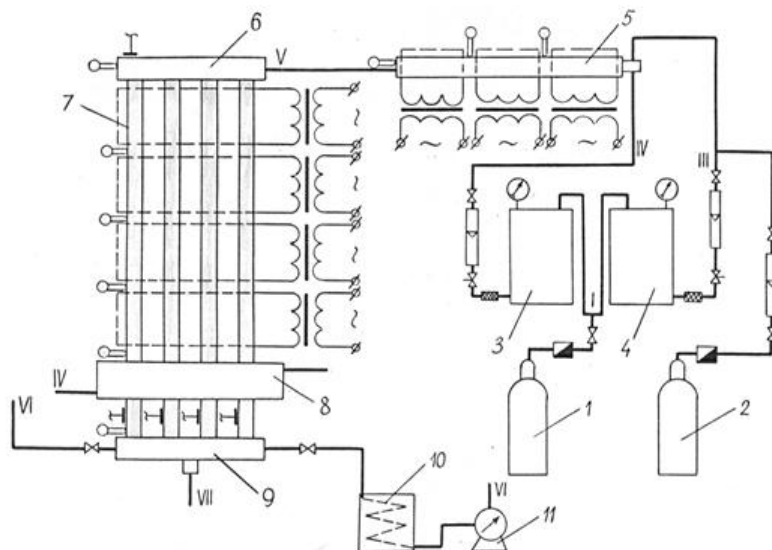


Рисунок 1 - Принципова технологічна схема лабораторної установки піролізу:

1 - балон з інертним газом; 2 - балон з повітрям; 3 - ємність води; 4 - ємність сировини; 5 - підігрівач; 6 - роздавальний колектор; 7 - реактор; 8 - холодильник; 9 - збиральний колектор; 10 - система охолодження пірогазу; 11 - газовий годинник.

I - інертний газ; II - повітря; III - сировина; IV - вода; V - парогазова суміш; VI - пірогаз; VII - конденсат.

В ході проведення дослідів отримані результати, на основі яких було визначено залежності виходів етилену від температури та часу контакту, оптимальні умови проведення процесу, залежність температури початку піролізу від вуглеводневого числа нафтових фракцій.

Перелік посилань:

1. Клименко А.П. Разделение природных углеводородных газов. – Киев: Техника, 1984. – 380 с.
2. Гориславец С.П., Масальский К.Е., Гершова И.И. Промышленные трубчатые печи пролиза. – Киев: Наукова думка, 1976. – 44с.
3. Степанов А.В. Производство низших олефинов. – Киев: Наукова думка, 1978. – 248 с.
4. Багиров И.Т., Кардаш И.М. Снижение энергозатрат на нефтеперерабатывающих заводах. – М.: Химия, 1972. – 144 с.

УДК 66.911

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ
ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ НАГРІВУ ЗМЕРЗЛИХ ВАНТАЖІВ**

к.т.н. Троценко Л.М., магістрант Зуй К.О.

Національний технічний інститут України

«Київський політехнічний інститут»

Робота присвячена створенню математичного забезпечення для розрахунку процесу розморожування (з одночасним прогріванням) на певну глибину сипучих матеріалів (шихти), які знаходяться в залізничних товарних вагонах відкритого типу, і містять в своєму складі замерзлу воду. Температура такого конгломерату може досягати мінус 20°C і нижче. Процес розігріву, як запропоновано [1], здійснюється шляхом підводу тепла до матеріалів, що нагріваються у вигляді радіаційного потоку від випромінюючих труб та екранів до стінок вагонів і теплопровідністю через стінки вагона.

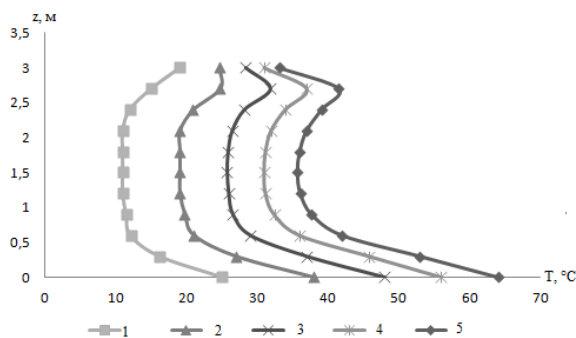
Для проведення розрахунків процесу розморожування сипучого вантажу у пристінних шарах залізничних вагонів розроблений алгоритм, реалізований на мові програмування QBasic. Вирішення представленої математичної моделі здійснювалось методом простих ітерацій при обраних кроках по часу та просторових (x, z) координатах.

В результаті розрахунку процесу розморожування сипучого вантажу у пристінних шарах залізничних вагонів визначаються температурні розподіли вздовж стінки вагону та днища вагону при відповідних значеннях часу. Розрахунок проводиться до досягнення 0°C у всіх точках вздовж осі z та осі x на відстані від стінок 100 мм.

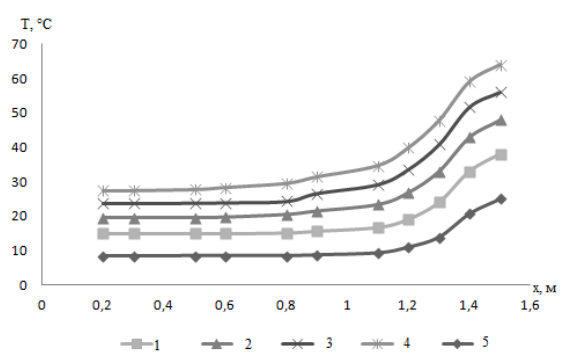
Вирішення математичної моделі дає можливість побачити розподіл температур вздовж стінки вагону та вздовж стінки днища вагону показаний на графіках (рисунки 2, 3), в залежності від теплофізичних властивостей шихти, температури її змерзання і визначити час при якому починається відтаювання змерзлого вантажу в пристінному шарі. Крім того, за даними розрахунку видно, що шар промерзлого вантажу товщиною 100 мм швидше відтаює вздовж бокової стінки вагону (по координаті z) для залізної руди час відтаювання становить 46 хвилин, зі сторони днища цей процес протікає повільніше з тієї причини, що екраном під днищем вагону виступає бетонна підлога, в даному випадку час відтаювання становить 1 годину 14 хвилин. Таким чином при різних теплофізичних характеристиках вантажу, що розморожується час відтаювання пристінного шару конгломерату буде різним. При чому навіть через 5 годин прогріву бокові стінки вагонів та днища вагонів не

досягають максимальних температур нагріву, які відповідно становлять 90°C та 65°C, що видно з представлених графіків (рисунки 2, 3).

Промислові випробування низькотемпературної системи показали, що для повного вивільнення залізничних вагонів від вантажу достатньо відтаювання їх пристінної частини 100-200 мм. Розморожування проводилось для замерзлого конгломерату феронікелевої руди, який мав температуру мінус 20 °С при температурі теплоносія 320 °С. Виміри проводились через кожних 30 хвилин в одній точці на поверхні стінки вагону, за допомогою пірометра. При проводились три цикли вимірювань кожен цикл становив 5 годин. При цьому температура бокових стін вагонів не досягала гранично допустимих значень 90 °С.



1,2,3,4,5 – розподіл температур
вздовж стінки вагона відповідно
через 1,2,3,4,5 годин
Рис. 2 – Розподіл температури
вздовж стінки вагона



1,2,3,4,5 – розподіл
температур вздовж днища вагона
відповідно через 1,2,3,4,5 годин
Рис. 3 – Розподіл температури
вздовж днища вагона

Для спрощення роботи із математичною моделлю було проведено апроксимацію залежності температури нагріву вагона від часу $T=(0,1033\tau+6)^{\circ}\text{C}$, середньоквадратичне відхилення становить $R^2=0,96$.

Виконані розрахунки та отримані розподіли температур, можуть стати основою для подальшого розрахунку оптимальних відстаней від джерела обігріву до об'єкту нагріву, знаходження оптимальних форм випромінюючих екранів.

Перелік посилань:

1. Пикашов В.С., Троценко Л.Н. Эффективный способ обогрева смерзшихся грузов в железнодорожных вагонах и отопления производственных помещений// Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006 - №6 – с.76-79
2. Казанцев Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. – М.: Metallurgiya, 1975.- 366с.

УДК 532.137: 666.97

ЗМІШУВАННЯ СУМІШІ І ОРІЄНТАЦІЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОННИХ ТРУБ

к.т.н., доц. І.А.Андреев, магістрант Н. В.Комкіна

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Кількісним критерієм ламінарного змішування є ступінь збільшення площі поверхні розділу між компонентами, яка у свою чергу залежить від сумарної деформації і початкової орієнтації поверхні.

Кут нахилу фібр α відносно осі плину в результаті проходження сумішшю каналу визначається за формулою: $\alpha = \text{arcsctg}|\gamma|$, де γ – деформація зсуву.

З метою визначення характеру зміни деформації зсуву γ і орієнтування фібр у суміші у круглому кільцевому каналі віброекструдера, що звужується, було розроблена програма розрахунку на ПЕОМ. Розрахунки були виконані для каналу висотою $L = 0,5$ м з кутом нахилу твірної каналу до вертикалі $\varphi = 30^\circ$ і радіусами на виході $R_6 = 0,18$ м, $R_m = 0,15$ м. Результати виконаних розрахунків наведені на рисунках 1 – 4.

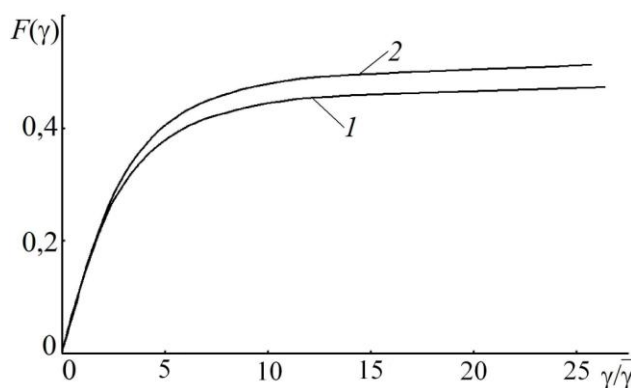


Рис. 1 – Залежність функції розподілу деформації $F(\gamma)$ від відносної деформації $\gamma/\bar{\gamma}$ на ділянках $R_m \leq r \leq R_0$ (1) і $R_0 \leq r \leq R_6$ (2)

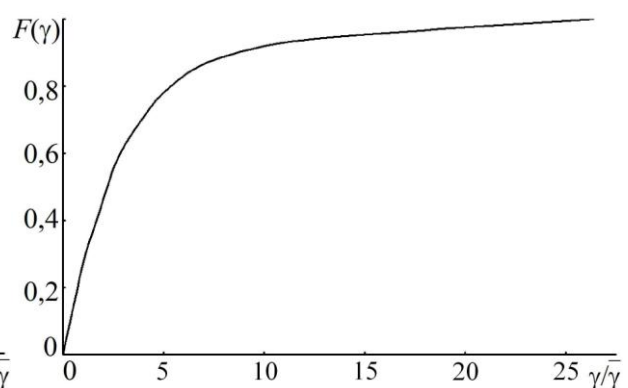


Рис. 2 – Усереднена залежність функції розподілу деформацій $F(\gamma)$ від відносної деформації $\gamma/\bar{\gamma}$

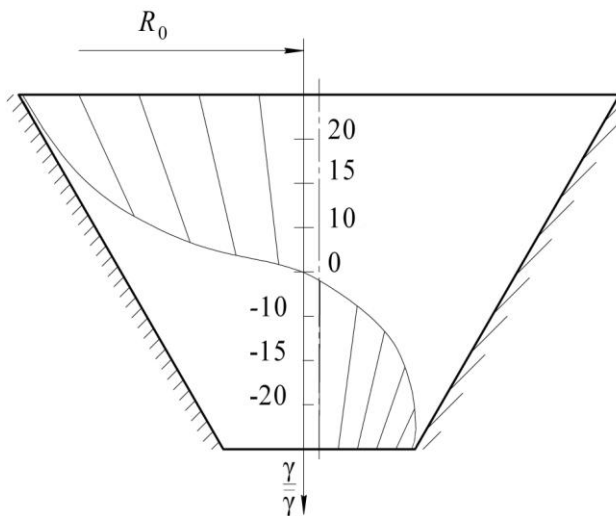


Рис. 3 – Розподіл відносних зсувних деформацій $\gamma/\bar{\gamma}$ у круглому кільцевому каналі, що звужується

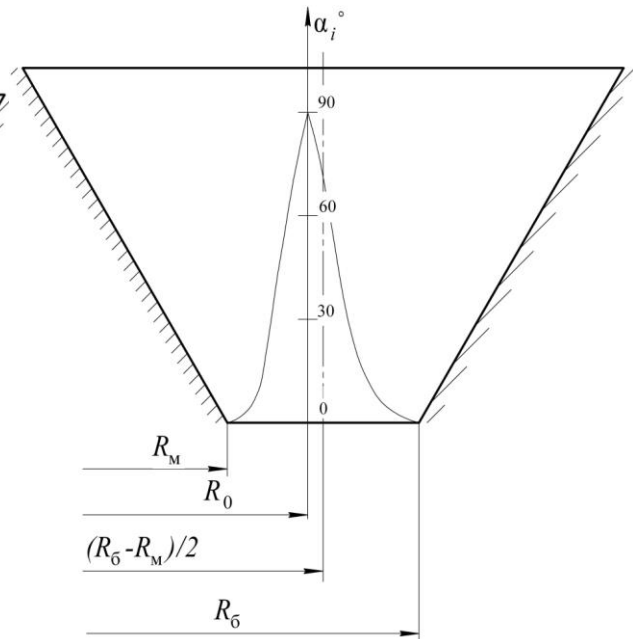


Рис. 4 – Кут нахилу фібр до напрямку плин суміші α у круглому кільцевому каналі, що звужується

На ділянці, що відповідає максимальній швидкості плин (при $r = R_0$), деформація зсуву $\gamma = 0$, а на стінках каналу – $\gamma = \infty$.

Наведені графіки дають можливість кількісного опису відмінностей у деформуванні суміші і орієнтуванні фібр у круглому кільцевому каналі, що звужується при низьких значеннях числа Рейнольдса, коли не виникають так звані «повзучі течії».

Недоліком процесу віброекструзії при формуванні труб, як і при течії у будь-яких каналах, є нерівномірність деформацій зсуву і орієнтування дисперсної арматури у всьому об'ємі матеріалу. Особливістю плин суміші у розглянутому каналі є нерівномірність витрати на ділянках каналу по обидва боки від місця, де швидкість максимальна.

Результати розрахунків передбачається застосовувати при розробці нового віброекструзійного обладнання для перемішування фібробетонних сумішей і формування дисперсно армованих круглих труб.

УДК 504.054: 662.749.39: 632.151

ПРОЦЕС ПИЛЕВЛОВЛЕННЯ В СИСТЕМАХ АСПІРАЦІЇ ЦЕХІВ АНОДНОЇ МАСИ АЛЮМІНІЄВИХ ВИРОБНИЦТВ

магістрант Шпиль М.О., к.т.н., доц. Ільєнко Б.К.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Рукавні фільтри відносяться до апаратів тонкої очистки газів і встановлюються на останніх ступенях очистки в системах аспірації. Наразі, у зв'язку із екологічною ситуацією, що склалась, незважаючи на свою високу вартість, ці апарати знаходять широке застосування на різних промислових підприємствах.

Основним елементом, що впливає на ефективність очищення газів рукавних фільтрів, є встановлений в ньому фільтрувальний матеріал. На даний момент існує безліч видів фільтрувальних матеріалів, що відрізняються волокнистим складом, способом утворення полотна, щільністю, повітропроникністю і т.д. В залежності від їх властивостей буде різна якість роботи рукавного фільтра при очищенні пилоповітряних потоків з конкретними властивостями дисперсної фази і параметрами самого повітря.

Для дослідження ефективності вловлювання різного пилу фільтрувальними матеріалами, розроблена установка «Рукавний фільтр», що показана на рисунку 1.

Основним елементом даної установки є рукавний фільтр з шістьма рукавами розташованими в 2 ряди по 3 рукава. Фільтр складається з корпусу 1, який виконано із сталі. Перегородкою 11 фільтр ділиться на дві камери: камеру запиленого повітря 13, в якій знаходяться 6 фільтрувальних рукавів 5 і камеру чистого повітря 12. Бункер 2 служить для збору вловленого пилу.

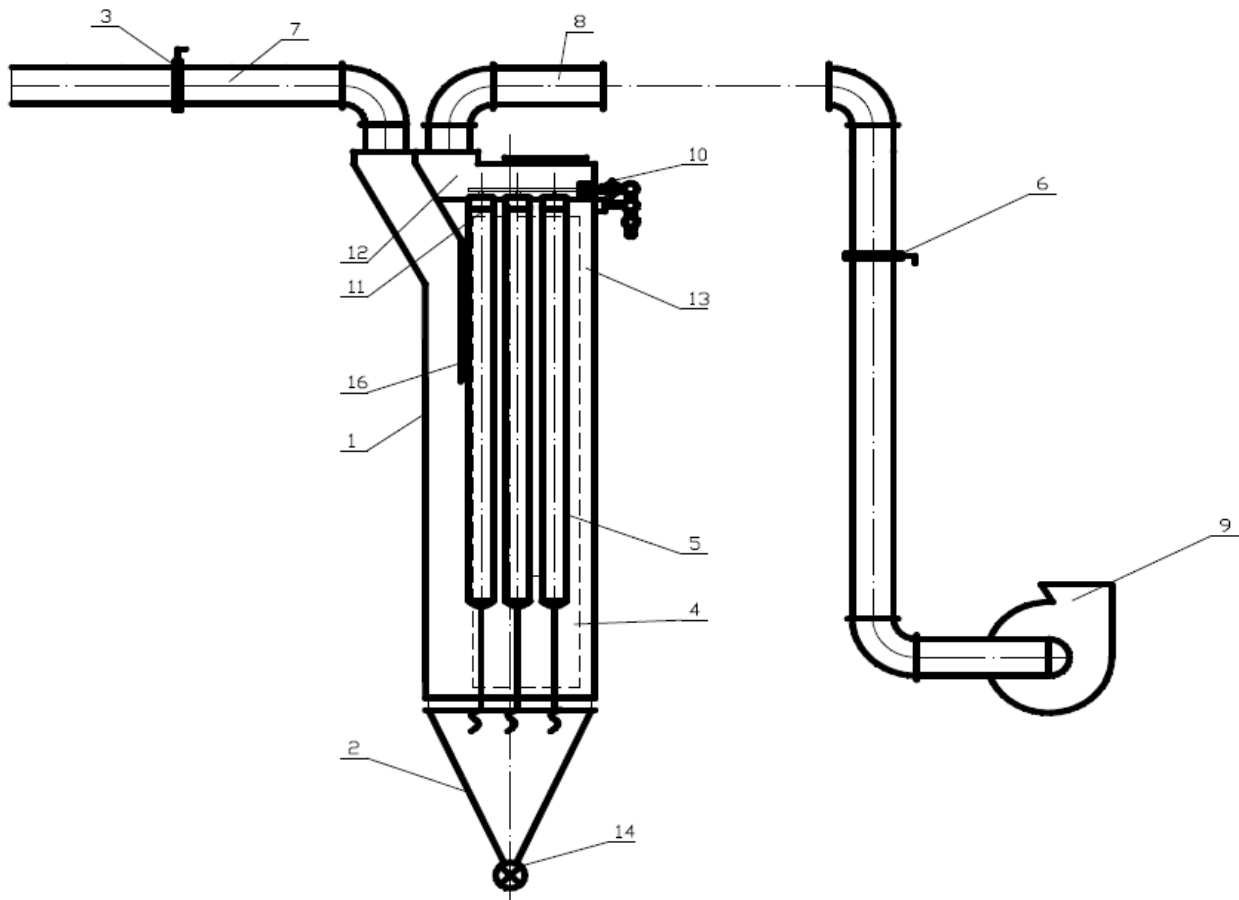


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки: 1 – корпус; 2 – бункер;
3, 6 – заслінки; 4 – люк; 5 – рукав; 7, 8 – повітропроводи; 9 – вентилятор; 10 –
продувальний механізм; 11 – розділююча перегородка; 12 – камера чистого повітря;
13 – камера запиленого повітря; 14 – шлюзовий живильник; 15 – екран.

Установка дозволяє визначати залежності ефективності вловлювання пилу фільтрувальними матеріалами від швидкості фільтрації повітря через тканину, аеродинамічного опору матеріалу, концентрації пилу на вході у фільтр, режиму регенерації фільтрувальної тканини.

Перелік посилань:

1. Пылеулавливание в металлургии: Справочник / В.М. Алешина, А.Ю. Вальдберг, Г.М. Гордон и др.; - М.: Металлургия, 1984. - 336 с.
2. Мазус М.Г., Мальгин М.Л., Моргулис М.Л. Фильтры для улавливания промышленных выбросов. М.: Машиностроение, 1985. - 240 с.

УДК066.045

ОБПАЛЮВАЛЬНА ПІЧ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВАПНА

магістрант Богатир А. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к. т. н. Троценко Л. Н.

Інститут газу НАН України

Вапно здавна використовувалось людьми в різних сферах. Воно використовується в гірничодобувній, металургійній та сталеливарній промисловості. Багато вапняку та вапна використовується в будівництві, починаючи від вапнякового щебеню і закінчуючи різними будівельними сумішами, фарбами та клеями на основі вапна.

Розглянемо технологічну схему виробництва вапняку. Вологий вапняк зі складу за допомогою системи завантажування 1 через завантажувальний бункер 2 поступає у високотемпературний шахтний підігрівач 3, де розміщуючись на лопатках попередньо підігрівается за допомогою димових газів що відходять з робочого простору. Попередньо підігріта сировина за допомогою завантажувальної головки 5 подається у барабан обертової печі для обпикання. Вапно, яке утворилося у процесі обпалу вапняку, надходить у шахтний охолоджувач 10. Отриманий кінцевий продукт за допомогою системи вивантаження 12 транспортується на склад.

Природний газ надходить у центральний пальник 8 в кількості, необхідній для забезпечення заданої потужності печі. Повітря для горіння в наведеній печі подається із шахтного охолоджувача вапна і направляється в відкидну головку печі за рахунок напору вентилятора. Кількість повітря залежить не тільки від потужності пальника але й від продуктивності проходження готового вапна.

За енергетичним ознакою трубчасті обертові печі відносяться до печей-теплообмінників зі змінним по довжині режимом теплової роботи. На ділянці, де відбувається горіння палива і температура продуктів згоряння досягає 1250-1300 °С, здійснюється теплообмін за рахунок радіаційного режиму. У міру просування продуктів згоряння палива по довжині печі вони охолоджуються до декількох сотень градусів (700–900 °С).

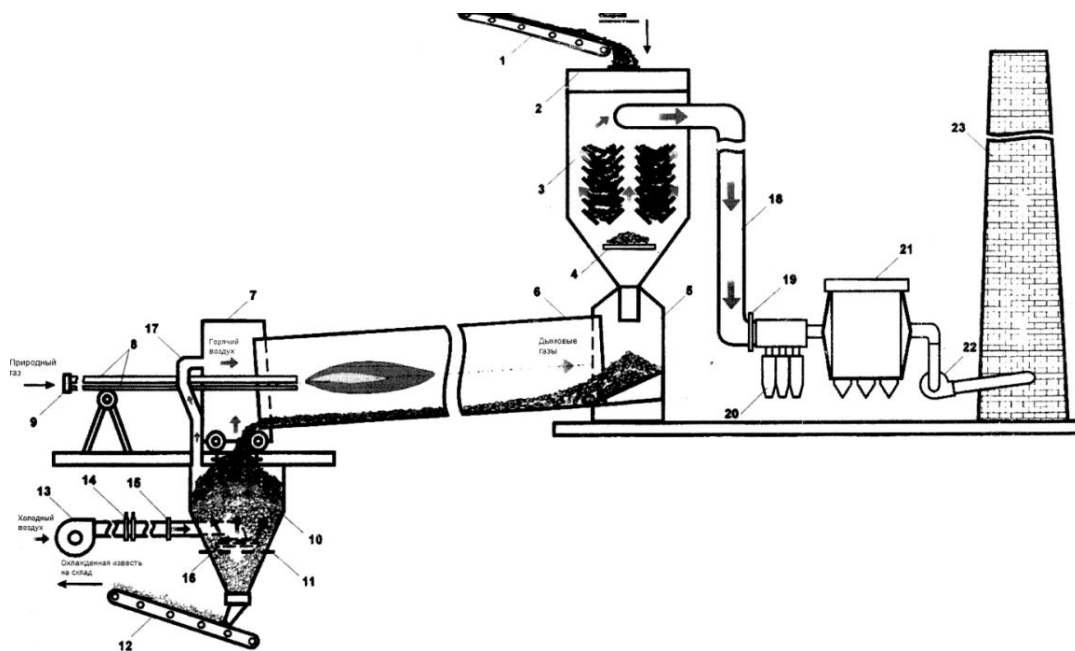
Печі для випалу вапняку споживають багато енергії. Витрати палива досягають 250 кг.у.т./т готового вапна.

Найбільші втрати тепла втрачаються через футерівку апарату, що становлять 20-50% від загальної теплової потужності печі.

Існує декілька способів зниження теплових втрат. Традиційними є збільшення товщини кладки, використання теплоізоляції між кожухом і футеровкою. Проте стійкість внутрішнього футерування в круглому барабані, який постійно обертається, знижується. Такий спосіб зниження теплових втрат малоефективний. На сьогоднішній день існують розробки та технічні розрахунки застосування спеціальних покриттів та екранів [2], завдяки чому відбувається зменшення тепловіддачі випромінюванням і конвекцією від зовнішньої поверхні печей.

Серед теплових агрегатів обертова піч відрізняється високими температурами корпусу та рівнем втрат в навколишнє середовище. Аналіз відомих способів зменшення

цих втрат дозволяє очікувати значний ефект від використання екранів і покриттів за рахунок зниження втрат теплоти в навколишнє середовище.



1-система завантаження; 2- завантажувальний бункер; 3- високотемпературний шахтний підігрівач; 4- живильник; 5- завантажувальна головка; 6- барабан обертової печі; 7- відкатна головка; 8- газовий пальник ;9- контролюючий пристрій витрати і тиску природного газу; 10- шахтний охолоджувач повітря; 11- температурні датчики; 12- система вивантаження; 13- вентилятор; 14- замір тиску і витрати вентиляторного повітря; 15- заслінка; 16- повітророзподільна насадка; 17- рукава для підводу повітря; 18- димохід; 19- повітряна заслінка; 20- циклони (1-ша ступінь очистки); 21- електрофільтр (2-га ступінь очистки); 22- димосос; 23- димова труба

Рис.1- Технологічна схема виробництва вапняку

Зниження втрат теплоти в навколишнє середовище може забезпечити: зниження потужності холостого ходу печі, і як наслідок, зниження витрати палива [3]; покращення умов праці обслуговуючого персоналу, тобто вирішує задачу охорони праці та збільшення терміну робочої кампанії печі.

Перелік посилань:

1. Свинолобов Н.П., Бровкин В.Л. Печи черной металлургии: учебное пособие для вузов. – Днепропетровск: Пороги. – 2002. – 154 с.
2. Огнеупоры и их применение / Под ред. Я. Инамуры, пер. с японского А.А. Тихонова, под. ред. к.т.н. А.Г. Юдина. – М.: Металлургия, 1984. – 448 с.
3. Тепловая работа нагревательных печей в условиях резкого снижения их производительности / Колодяжный В.С., Губинский М.В. // Сборник докладов научно-технической конференции “Металлургическая теплотехника как основа энерго- и ресурсосбережения в металлургии”. – Екатеринбург. – 2010. – С. 203-206.

УДК 066.045

**ПЕРСПЕКТИВИ ПОЛІПШЕННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА В
ОБЕРТОВІЙ ПЕЧІ ДЛЯ ОБПАЛУ ВАПНА**

магістрант Луценко І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к.т.н. Троценко Л.М.

Інститут газу НАН України

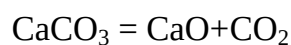
Вапняк - одна з найпоширеніших осадових гірських порід, що складається головним чином з кальциту з домішками глинистого матеріалу, кремнезему, оксидів заліза та інших. Вапняк має універсальне застосування в промисловості, сільському господарстві та будівництві.

Будівельне вапно широко використовують в будівельній промисловості, наприклад, для розчинів бетонів низьких марок підземних і підводних частинах споруд; силікатної цегли, найбільш дешевої і найпоширенішої в країні; вапняково-шлакової та вапняково-зольної цегли, що характеризується високими теплоізоляційними показниками; також вапно використовується у виробництві силікатного цементу, яким має в'язучі властивості і невисоку вартість.

Будівельне вапно отримують шляхом випалу кальцево-магнієвих гірських порід: крейди, вапняку, доломітизованих порід. Про якість вапна свідчить високий вміст в ній CaO і MgO . Зміст чистих оксидів у загальній кількості вапна називають її активністю. Недопал і перепал вапна в печі знижують його якість.

Виробництво вапна здійснюється на вапняно-випалювальних ділянках металургійних та хімічних підприємств, у будівельній промисловості та ін. із застосуванням різних агрегатів. Деякі печі (наприклад, шахтні) працюють із використанням твердого палива. Обпалювальні печі бувають шахтними, обертовими, камерними, тунельними ін. Обпалювальна піч призначена для випалення різних матеріалів (вапно, вогнетривка глина, руда також вогнетривка цегла, фарба на посуді і т. ін.).

Процес випалу складається з двох стадій: нагрівання вапняку до температури 900°C та витримка при температурі $900-1000^{\circ}\text{C}$ для розкладу вапняку за формулою:



Широкого поширення в хімічній, харчовій, будівельній, гірничорудній та інших галузях промисловості набули високопродуктивні барабанні апарати різного призначення, основними елементами кожного з яких є обертовий

барабан з бандажами, урухомлювальна станція, а також споряджені роликами опорно-упорна та опорна станція.

Піч працює за принципом протитечії, наступним чином: вапняк потрапляє в піч із спеціального бункера, далі транспортується через піч за рахунок обертання барабану, нахилоного до горизонту на 2-3 градуси, нагріваючись при цьому до 900-1000° С. Готове вапно поступає із вивантажувального бункера. Гарячі димові гази, що утворюються внаслідок згорання палива, віддають своє тепло вапну, температура диму приблизно на 200-300° С вище температури нагрітого вапна по всій довжині печі.

Печі для випалу вапняку споживають багато енергії. Витрати палива досягають 250 кг.у.т./т готового вапна.

Найбільші втрати тепла втрачаються через футерівку апарату, що становлять 20-50% від загальної теплової потужності печі.

Оскільки останнім часом гостро постає питання зменшення ресурсо- і енергоємності виробництва метою даного проекту є дослідження пристрою утилізації тепла продуктів згорання, що відходять з печі, для попереднього нагріву вапняку.

За рахунок втілення системи утилізації тепла суттєво знижуються затрати на теплоносії, а отже це робить систему більш економічною.

Перспективним шляхом підвищення ефективності утилізації тепла в технологічній схемі обпалу вапняку є удосконалення конструкції лопаток, що розміщені у високотемпературному шахтному підігрівачі. Модифікуючи конструкції лопаток можна досягти суттєвого підвищення коефіцієнта теплообміну.

Проаналізувавши літературні джерела виявлено, що розробка засобів підвищення утилізації не змінить традиційного процесу обпалювання вапняку, а витрати на реалізацію будуть значно менші у порівнянні з одержаним економічним ефектом від його використання.

Перелік посилань:

1. Свинолобов Н.П., Бровкин В.Л. Печи черной металлургии: учебное пособие для вузов. - Днепропетровск: Пороги. – 2002. - 154с

2. Колодяжный В.С. Тепловая работа нагревательных печей в условиях резкого снижения их производительности / Колодяжный В.С., Губинский М.В. // Сборник докладов Научно-технической конференции “Металлургическая теплотехника как основа энерго- и ресурсосбережения в металлургии”. - Екатеринбург. – 2010. – С.203-206.

3. Огнеупоры и их применение / Под ред. Я. Инамуры, пер. с японского А.А. Тихонова, под. ред. к.т.н. А.Г. Юдина. – М.: Металлургия, 1984. – 448 с.

УДК 662.76.035

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ В ВИХРОВОМУ АПАРАТІ КОНІЧНОЇ ФОРМИ

магістрант Негода О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к.т.н. Собченко В.В.

Інститут газу НАН України

У зв'язку з ситуацією, що склалась навколо російського газу, гостро постало питання про зменшення залежності від нього та збільшення частини вітчизняного палива в загальному обсязі енергоносіїв. Як видно з рис.1, найбільшими запасами палива, перспективного для використання, є вугілля. Також останнім часом збільшуються об'єми інших палив органічного походження, таких як біомаса, торф та інші. Але для використання цих матеріалів необхідна розробка нових екологічно чистих та економічно доцільних технологій. Однією з таких є газифікація.

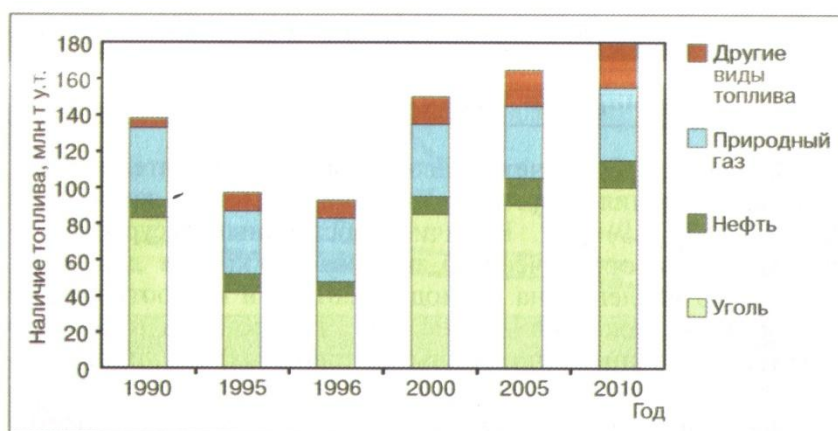


Рис.1. Діаграма зміни досліджених запасів органічного палива в Україні [1].

Газифікація – термохімічний процес взаємодії вуглецю палива з окислювачами, що проводиться з метою отримання горючих газів (H_2 , CO). В якості окислювачів, які іноді називають газифікуючими агентами, використовують кисень (або збагачене ним повітря), водяна пара, діоксид вуглецю або суміші зазначених речовин. В залежно від співвідношення вихідних реагентів, температури, тривалості реакції та інших факторів можна отримувати газові суміші різного складу. Проходить процес в апаратах, які називаються газогенераторами [2].

Окрім вище зазначених переваг, отриманий газ легше доставляти до споживача (не потрібно транспортувати баластні залишки) та очищати (завдяки холодній очистці).

До недоліків газифікації можна віднести спалювання частини отриманого газу для проходження процесу та наявність в газі смол, від яких потрібно додатково очищувати.

В світі досить успішно працюють установки газифікації: в потоці – по методу Texaco, Shell, Prenflo, Destec, ABB CE; в киплячому шарі – по методу Вінклера, U-gas, KRW, Westinghouse Corporation; в нерухомому щільному шарі – по методу British Gas/Lurgi. Найбільш перспективними серед наведених вважаються методи газифікації в потоці та киплячому шарі [3].

Проаналізувавши літературні джерела [1-4] виявлено, що найменш досліджений процес газифікації в вихровому конічному апараті. Незважаючи на відомі недоліки таких апаратів, вони мають суттєві переваги, що змушують продовжувати наполегливо займатися їх вдосконаленням та створенням для них нових технологічних схем. По-перше, сильна закрутка газових потоків надійно стабілізує займання палив, навіть при зміні його теплотехнічних і ряду інших характеристик. По-друге, істотно прискорюється розігрів твердої фази, вихід летких компонентів і стійке займання продуктів швидкого піролізу. Це пов'язано з більш високою інтенсивністю транспорту теплоти і кисню в потрібні технологічні зони реактора.

Таким чином, в магістерську роботу покладені наступні завдання: розробка фізичної та математичної моделі процесу термообробки дрібнодисперсних матеріалів в вихровому апараті конічної форми, їх перевірка на адекватність шляхом експериментальних досліджень, визначення впливу параметрів на проходження процесу та надання рекомендацій щодо розроблення конструкції газогенератора.

Перелік посилань:

1. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. – Киев: Наукова думка, 2010 – 319 с.
2. Канторович В.Б. Основы теории горения и газификации твёрдого топлива. – Москва: Металлургиздат, 1960 – 350с.
3. Корчевой Ю.П., Майстренко А.Ю., Топал А.И. Экологически чистые угольные технологии энерготехнологии. – Киев: Наукова думка, 2004 – 186 с.
4. Ключ В.П., Довженко Д.С. Газификация твердого топлива – альтернатива природному газу // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2011. – №3(25). – С. 10-14.

УДК662.76.032

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ

магістрант Орайло О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

к. т. н. Собченко В.В.,

Інститут газу НАН України

Газифікацією твердого палива називається термохімічний процес перетворення (конверсії) органічної частини твердого палива в генераторний газ, зручний для подальшого спалювання як в пальниках котлів різного призначення, так і в камерах згорання (зовнішніх і внутрішніх) двигунів різного типу. Основні сфери використання генераторного газу – місцеве паливо для котлоагрегатів, виробництво електроенергії та тепла в мультигенераторах і синтез-газ для органічного синтезу.

З екологічної точки зору головною перевагою ГТП є низький рівень негативного впливу на навколишнє середовище. Маса генераторного газу в декілька разів менша, ніж маса продуктів згорання, тому очистка генераторного газу від оксидів сірки, азоту, важких металів та твердих частин значно ефективніша. При спалюванні генераторного газу утворюються ті ж відходи, що й при спалюванні природного газу. Баластні компоненти газу (CO_2 , N_2) зменшують його вибухонебезпечність. При спалюванні такого газу можна збільшити в 2 рази теплове навантаження топки котла, тобто зменшити його розміри [1].

При газифікації відсоток палива що не згорає значно менший ніж при прямому спалюванні. Це пояснюється тим що відбувається майже 100%-ва конверсія вуглецю при переході його з твердого в газоподібний стан, а в залишку золи практично відсутній вуглець що не прореагував (сажа), в наслідок цього утворюється значно менша кількість шкідливих для оточуючого середовища хімічних зв'язків (як в димових газах та і в залишках золи).

В якості сировини для газифікації можуть виступати практично всі органічні матеріали природного та техногенного походження різних фракцій з вологістю до 50%:

- горючі корисні копалини;
- біомаса;
- відходи виробництва та побуту,

при цьому можна отримати газ заданого складу або заданої теплоти згорання, так як ці показники в значній мірі визначаються температурою,

тиском та складом застосованого дуття. Генераторний газ має широкий діапазон енергетичної щільності (вміст вуглецю може бути 25% і нижче), гранулометричного складу (до сотень міліметрів), вологості та вмісту золи (50% і вище), може бути використаним окремо і в самих різноманітних сумішах [2].

Виробництво генераторного газу дозволить зменшити імпорт природного газу та зменшити вартість енергії на його основі.

Також до переваг методу газифікації твердого палива можна віднести [3]:

- можливість автономної роботи міні-ТЕС;
- можливість використання низькоякісного палива;
- зола, яка утворюється в процесі перетворення біологічної сировини в генераторний газ, з генератора подається в бункер – зола приймач, не потрапляючи в продукти згорання і в атмосферу;
- якість спалювання генераторного газу з точки зору викидів CO та NO_x цілком відповідає нормам, які застосовуються для пальників, що працюють на природному газі;
- переведення котлів на опалювальних котельнях на генераторний газ дозволяє в подальшому використовувати на цих об'єктах когенеративні технології з застосуванням газопоршневих машин;
- використання генераторного газу на газових котлах передбачає можливість застосування природного газу в якості резервного або паралельно використовувати обидва види палива (у довільному співвідношенні), що особливо важливо в умовах, коли не налагоджено стале постачання твердого палива;
- газове паливо зручніше в експлуатації, ніж рідке та тверде – установки на газі працюють стабільніше та мають широкий діапазон регулювання потужності.

Перелік посилань:

1. Ключ В.П., Довженко Д.С. Газификация твердого топлива – альтернатива природному газу// Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2011. - № 3. – С. 10-14.
2. Копитов В.В. Газификация твердых топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития// Энергия биомассы. – 2011. - №1024 – С. 29-78.
3. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично – довідкові матеріали в 2-х томах: Загальні засади енергозбереження / за ред.. В. А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія. – К.: Академперіодика, 2006. – Т.1. – 510с., Зл.іл.

УДК 66.047-912

СУШІННЯ КАПЛЯРНО-ПОРИСТИХ ТІЛ

д.т.н., проф. Снежкін Ю.Ф

Інститут технічної теплофізики НАН України
к.т.н., доц. Зубрій О.Г., магістрант Фільова М.Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Занепокоєння людей станом здоров'я безумовно є основною причиною, яка спонукає їх купувати харчові добавки. Проаналізувавши літературу з даного питання, можна виокремити чотири чинники, які впливають на збільшення цього ринку продуктів. По-перше, зниження довіри споживача до можливостей сучасного харчування в забезпеченні всіма необхідними харчовими компонентами. По-друге, загальне старіння населення і, як наслідок, намагання запобігти такими захворюваннями, як артрит, онкологічні, серцево-судинні та остеопороз. Тенденція до самолікування є третім чинником. Зростання в останні десятиліття загального обсягу знань людей і їхнього прагнення запобігти хвороби на основі цих знань – це четвертий чинник.

Сушіння як метод консервування харчових продуктів з наступним одержанням порошків дозволяє отримати продукцію високої якості. Сушіння відбувається чистим повітрям конвективним способом. 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 із заданими характеристиками (низький вологовміст, пористість, збереження складових повного спектру речовин, стабілізація натурального забарвлення, мінімальні витрати речовини під час збереження і т. д.) може бути раціонально реалізовано лише в разі використання певних способів і режимів зневоднення.

Запропонований продукт, завдяки високому вмісту органічних речовин, не потребує гіротермічної обробки перед сушінням. Посилює антиоксидантні властивості буряка, стабілізує бетаїдін, високий вміст цинку в буряку, збільшує дію інсуліну в організмі. В основу отримання такого продукту поставлена задача створення нового ревеневобурякового порошку, який завдяки вмісту пектинів, клітковини, бетаїдину, мікро та мікроелементів забезпечує лікувально-профілактичне збалансоване харчування.

Поставлена задача вирішується тим, що в спосіб одержання ревеневобурякового порошку, який включає сортування, миття, подрібнення та

Високий вміст органічних кислот у ревені сприяє стабілізації та збереженні барвних речовин в процесі сушіння. Завдяки високому вмісту харчових волокон у структурі ревеню забезпечується інтенсифікація процесу сушіння. Порошок за своїм вмістом компонентів відрізняється від бурякового високим вмістом органічних кислот, пектину, клітковини.

Для визначення впливу сушильного агента на інтенсивність процесу сушіння та оптимальних режимів роботи для збереження бананоїдів було

проведено експериментальні дослідження, у процесі яких відпрацьовували технологічні режими сушіння. На рис.1 наведено експериментальні дані процесу сушіння буряка при одній температурі.

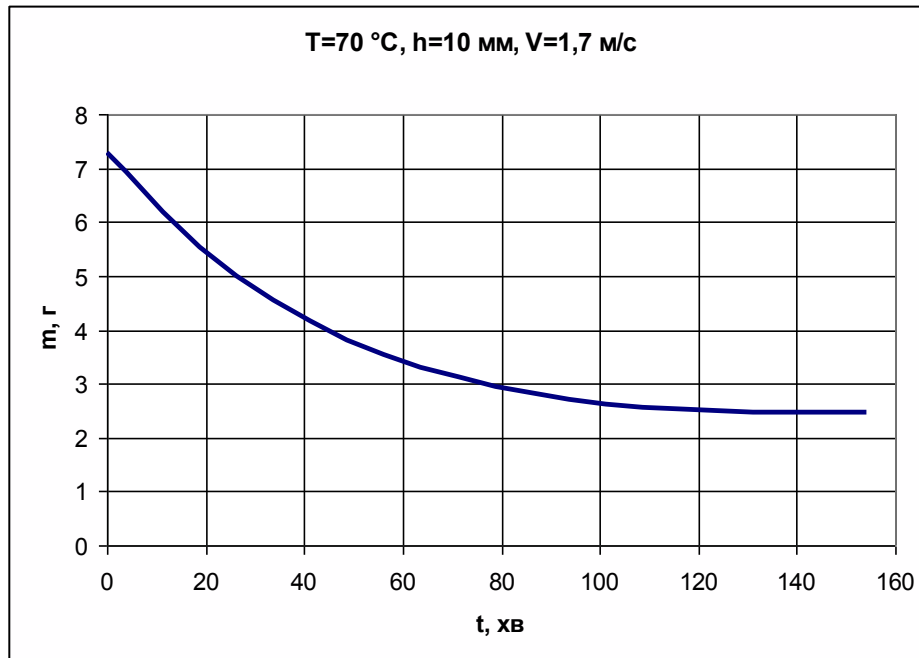


Рисунок 1. – Залежність зміни маси матеріалу від часу

Ревенево-буряковий порошок покращує структуру та консистенцію виробів, додає забарвлення продуктам, збільшує їх біологічну та харчову цінність і може знайти широке застосування у виробництві харчових продуктів дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного призначення.

Перелік посилань:

1. Снежкин Ю.Ф., Боряк Л.А., Хавин А.А. « Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых продуктов», Киев, «Наукова Думка», 2004
2. Ю.Ф. Снежкін, Ж.О. Петрова «Харчові продукти з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку», науковий журнал «Біотехнологія», Київ, том 3, №5, 2010

УДК 666.96

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ

магістрант Герич О.С., к.т.н., доц. Ракицький В.Л., к.т.н., Собченко В.В.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Необхідністю будівельної індустрії є застосування високоякісних теплоізоляційних матеріалів. При виробництві бетонів такими є штучні пористі заповнювачі. Одним з перспективних є сиопор. Він одержується з сиоліту, технологічна початкова вологість якого складає 40 %. Дослідженнями [1] в Інституті газу НАН України доведено, що для одержання сиопору з високими якісними показниками необхідна початкова вологість перед спучуванням 18 %. Тож дослідження тепломасообміну при виробництві сиопору є актуальним.

Дослідження сушіння сиоліту проводились таким наступним чином. Попередньо подрібнений сиоліт з вологістю 40% розсіювали на ситах з одержанням 5 фракцій від 0,9 до 4 мм. Для аналізу досліджень приймали еквівалентний діаметр частинок d_e , який визначали як добуток коефіцієнта сферичності $\varphi = 0,8$ на середньоарифметичну величину розміру частинок фракції. В якості матеріалу для досліджень використовували наступні фракції:

- 0,9...1,6 мм ($d_e=1$ мм);
- 2...3 мм ($d_e=2$ мм);
- 3,5...4 мм ($d_e=3$ мм).

В якості матеріалу для основного шару використовували наступні фракції:

- 1,6...2 мм для дослідження фракцій: 0,9...1,6 мм та 2...3 мм;
- 3...3,5 мм для дослідження фракції 3,5...4 мм.

Фракції відсіювали на лабораторних ситах ГОСТ 3306-88, ТУ 14-4-507-99.

Подавши на установку КС-02 повітря, виставляли, користуючись показами ротаметра та регулюючи вентилем, витрати повітря, які відповідали швидкості псевдозріджуючого агенту для приведення частинок сиоліту в псевдозріджений стан. Включали електронагрівачі і доводили температуру псевдозріджуючого агенту до необхідної. Завантажували фракцію сиоліту для основного шару та сушили повного до висихання.

У псевдозріджений шар сухого сиоліту одної з фракцій при встановленій температурі $T_{вс}$ вносили пробу фракції, що вагомо відрізняється за розміром, та масою значно менше маси матеріалу шару.

Після витримки в проміжку певного часу з підтриманням постійної температури шару весь матеріал швидко вивантажувався, розсіювався на ситі, відділяючи пробу, що досліджується. Для визначення залишкового вмісту води проба зважувалась, потім проводили її прожарювання при $T=120\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 4 годин та знову зважували.

Таким чином проводили дослідження для трьох різних фракцій при 5 температурах (80, 85, 90, 95, 100 $^{\circ}\text{C}$). Діапазон температур обирався при умовах, що при температурі більше 100 $^{\circ}\text{C}$ починається процес спучення частинок сіоліту, а при температурі менше 80 $^{\circ}\text{C}$ процес сушіння проходить занадто довго.

Час витримки для різних фракцій та температур – 5...85 хв.

Результати експериментальних досліджень були використані для перевірки адекватності математичної моделі (рисунки 1, 2).

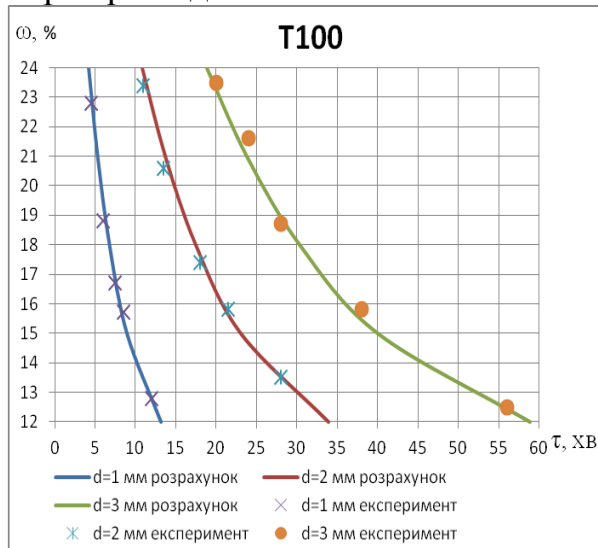


Рисунок 1 – залежність часу перебування (τ , хв) частинок від вологості (ω , %) при температурі псевдозрідженого шару 100 $^{\circ}\text{C}$

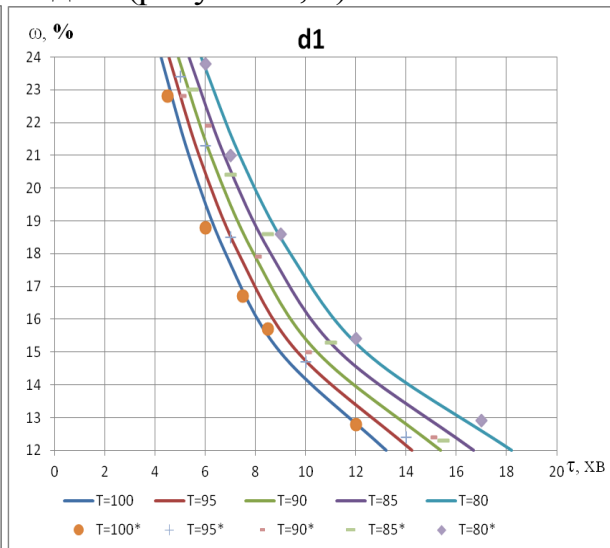


Рисунок 2 – Залежність часу перебування (τ , хв) частинок від вологості (ω , %) при діаметрі частинки сіоліту 1 мм

Таким чином за допомогою проведених досліджень було встановлено необхідний час перебування частинок сіоліту при різних технологічних параметрах для досягнення вологості 18 %.

Перелік посилань:

1. Хвастухін І.Ю., Собченко В.В., Собченко Г.О. Аналіз та реалізація найбільш раціональної схеми технології виробництва пористого будівельного теплоізоляційного матеріалу// Збірник тез доповідей V науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів". – 2009. – С.4 – 5.

СЕКЦІЯ 4

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

УДК 676.017

МАТЕМАТИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ВОЛОКНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ В ПУЛЬСАЦІЙНИХ МЛИНАХ

магістрант Куріченко О.Ю., к.т.н., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Пульсаційні млини широко використовуються в целюлозно-паперових виробництвах для дорозпускання, часткового розмелювання та гомогенізації волокнистої складової масних суспензій. Обробка в пульсаційних млинах дозволяє суттєво покращити паперотворні властивості волокнистих суспензій за рахунок розділення та вирівнювання довжини, а також глибокої фібриляції волокон. Це дає можливість підвищити рівномірність шару волокна, що утворюється при відливанні суспензій на формуючі пристрої папероробних машин і інтенсифікувати утворення зв'язків між волокнами тим самим покращуючи фізико-механічні показники продукції.

Незважаючи на різноманітність конструкцій, будова і принцип дії пульсаційних млинів подібні, а основні відмінності полягають у конструкційних ознаках та компонованні робочих органів. Найбільшого поширення набули пульсаційні млини з гарнітурою, робочими органами якої є концентрично розташовані статорні і роторні кільця, що виконані з перфорацією бічної поверхні і встановлені по чергово [1].

Обробка в пульсаційному млині полягає в тому, що волокниста суспензія вводиться в млин через вхідний патрубок і потрапляє у внутрішній простір гарнітури в якому змінює напрям руху і підводиться до робочих органів. Проходячи крізь перфорацію внутрішнього кільця, частина потоку суспензії приводиться до обертання і протікає через зазор між суцільними елементами пари статорного і роторного кілець, де рідина і волокна піддаються дії зсувних напружень. На виході з зазору ця частина потоку змішується з потоком рідини, що виходить з перфорації внутрішнього кільця. Інша частина потоку суспензії проходить крізь перфорацію першого кільця і приходить у взаємодію з суцільними елементами другого кільця, яка проявляється в механічному ударі по волокнах, гідравлічному ударі, акустичному та пульсаційному впливах на потік і волокнах в ньому. В зонах розрідження, що виникають внаслідок утворення перепадів тиску, зумовлених по черговим перекриттям і відкриттям перерізу потоку виникає кавітація, яка оказує додатковий вплив на волокна. В подальших пульсаційних ступенях гарнітури, утворених парами статорних і роторних кілець цикл обробки суспензії

повторюється. Після виходу з гарнітури оброблена суспензія відводиться з млина [2].

Зважаючи на багатфакторність та імовірнісний вплив механічних та гідромеханічних явищ, що діють на волокна в суспензії, для математичного опису процесу обробки волокнистих суспензій в пульсаційних млинах обрано методи теорії випадкових процесів.

Розв'язок математичної моделі одержано у вигляді залежності

$$\ln \frac{\text{ШР}_\tau}{\text{ШР}_0} = f(\tau),$$

де ШР_τ – степінь помелу маси в момент часу τ , °ШР;

ШР_0 – ступень помелу маси в початковий момент часу, °ШР;

τ – час обробки маси в пульсаційному млині, с.

Зроблено припущення про степеневий вигляд функції $f(\tau)$, що дало можливість представити одержану математичну залежність у вигляді:

$$\ln \frac{\text{ШР}_\tau}{\text{ШР}_0} = k\tau^n,$$

де k і n – коефіцієнти, що визначаються експериментальним шляхом.

З метою підтвердження зроблених припущень проведено попередні експериментальні дослідження з використанням млина з внутрішньою циркуляцією, оснащеного двома пульсаційними ступенями. Результати досліджень підтвердили правильність зроблених припущень і дозволили розробити методику досліджень, спрямованих на встановлення адекватності розробленої математичної інтерпретації процесу обробки волокнистих суспензій в пульсаційних млинах та ідентифікації її параметрів.

Перелік посилань:

1. Легоцкий С.С., Гончаров В.Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы – М: Лесная промышленность, 1982. – 364 с.
2. Пашинский В.Ф. Машины для размолва волокнистой – М.: Лесная промышленность, 1972. – 160 с.

УДК 66.047.541

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕГІДРАТАЦІЇ КРИСТАЛІЧНОГО БІШОФІТУ

аспірант Улітько Р.М. , магістрант Галстян А.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В процесі сушіння бішофіту при певних температурах його кристали можуть втрачати кристалогідратну воду, що зменшує якість і вихід висушеного продукту і, відповідно, прибуток виробника, тому дослідження кінетики дегідратації актуальне.

Процес дегідратації кристалогідратів бішофіту $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ супроводжується значною втратою маси матеріалу, тому при експериментальному вивченні кінетичних закономірностей доцільно використовувати гравіметричний метод. Цей метод дозволяє вимірювати втрату маси матеріалу з часом.

Дослідження кінетики дегідратації кристалогідратів бішофіту проводились на комп'ютеризованій дослідній установці [1] при температурах 70, 90, 100, 110 °С. В якості вихідного матеріалу використано кристалічний бішофіт, висушений в киплячому шарі.

На рисунку 1 приведені криві дегідратації бішофіту, які показують залежність вмісту хімічно-зв'язаної води від часу дегідратації при різних температурах.

Через те, що кристали бішофіту піддавались термічній обробці при сушінні в киплячому шарі індукційний період дегідратації пов'язаний з утворенням зародишів на кривих дегідратації не спостерігається [2]. У всіх температурних режимах на протязі невеликого відрізка часу спостерігається значна втрата маси, після чого швидкість дегідратації різко зменшується і в наступному процес протікає зі спадаючою швидкістю в два-три етапи.

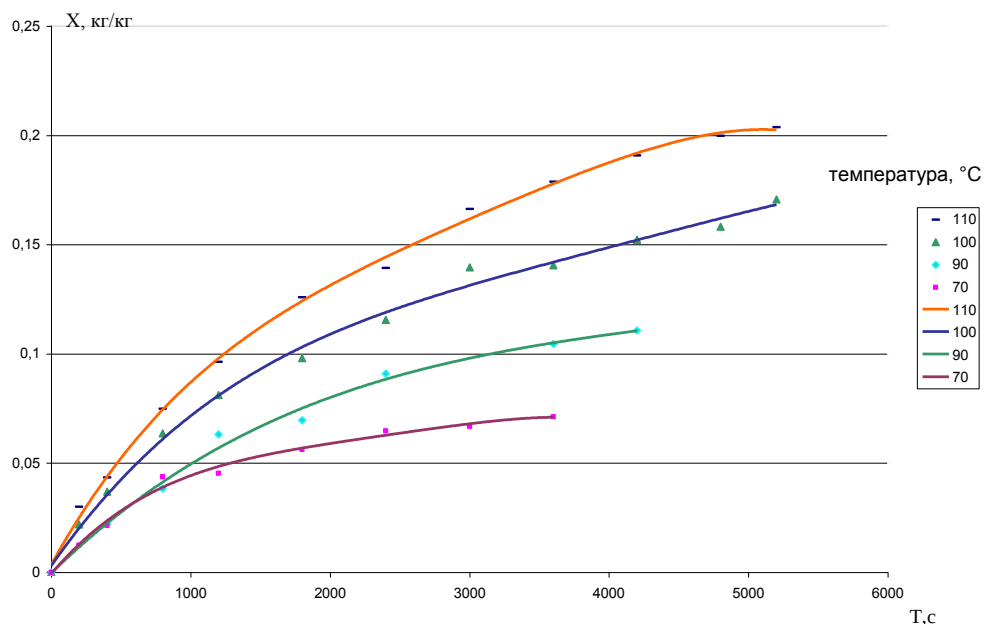


Рисунок 1 – Криві дегідратації бішофіту

Встановлено, що експериментальні дані з достатньою точністю описуються логарифмічним рівнянням:

$$-\ln(1-X)=k\tau,$$

де константи швидкості дегідратації k змінюються для кожного етапів процесу.

Перелік посилань:

1. аспірант Улітько Р.М., Галстян А.С. Дослідження процесу сушіння кристалічного бішофіту // Збірник тез доповідей VIII науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" – К.:2011. – с. 116-117.
2. Реакция твердых тел/ М. Браун, Д. Доллимор, А. Галвей/ Пер. с англ. Под ред. В.В. Болдырева – М.: Мир1983. – 360 с.

УДК 662.638

ДО КІНЕТИКИ БІОГАЗОВОГО ПРОЦЕСУ

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

Процес анаеробного бродіння є єдиним унікальним природним процесом, який здатний переробляти практично всі органічні відходи на паливний газ і органічні добрива. Але суттєвим недоліком цього процесу є дуже мала швидкість його протікання. В результаті чого для його здійснення потрібні громіздкі і дорогі споруди. Тому дослідження, направлені на інтенсифікацію процесу, актуальні.

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 одну, яка лімітує швидкість загального процесу та знайти методи її інтенсифікації.

Умовно процес анаеробного бродіння можна розділити на 3 основні стадії.

На першій стадії відбувається розщеплювання органічних речовин шляхом гідролізу в присутності ферменту. Спочатку відбувається розщеплення високомолекулярних сполук: вуглеводів, жирів, білків, полісахаридів (целюлози) на низькомолекулярні органічні сполуки, такі як високомолекулярні жирні кислоти, гліцеролі, амінокислоти; низькомолекулярні пептиди; моносахариди і дісахариди.

Перша стадія протікає дуже повільно, що лімітує загальну швидкість процесу. Збільшують швидкість гідролізу введенням в систему ферментів, які прискорюють швидкість розщеплення.

Для полісахаридів і, зокрема, целюлози, таким ферментом є целюлаза. Правильно підібрана добавка певного фермента дозволяє зняти лімітуючий вплив на швидкість процесу.

На другій стадії, яка протікає в результаті життєдіяльності кислотворних бактерій, продукти гідролізу першої стадії розпадаються на спирти, летючі жирні кислоти, альдегіди, кетони, вуглекислий газ, водень та воду.

Швидкість біохімічних процесів, які протікають в другому періоді залежить від концентрації (кількості) кислото-утворюючих 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 третьому періоді 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. Швидкість відтворення цих бактерій значно менша від кислотних, а їх метаболічна активність і, відповідно, інтенсивність метаноутворення залежать від рН субстрата.

Загальним параметром, який максимально впливає на швидкість процесів всіх трьох стадій, є температура субстрату. Рекомендовані межі температурного діапазону 33...54 °C. [1]

На швидкість процесів в 2-й і 3-й стадіях суттєвий вплив має кислотність субстрату. Рекомендовані межі рН субстрату 6,5...7,5. 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.

При недостатній активності ферменту лімітуючою також може бути перша стадія – гідроліз. Тому середню швидкість такого складного процесу можна представити рівнянням:

$$V_c = \frac{1}{\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_3}}$$

Де V_1 , V_2 , V_3 – швидкості процесів відповідно в першій, другій і третій стадіях.

Схема протікання процесів показана на рис.1.

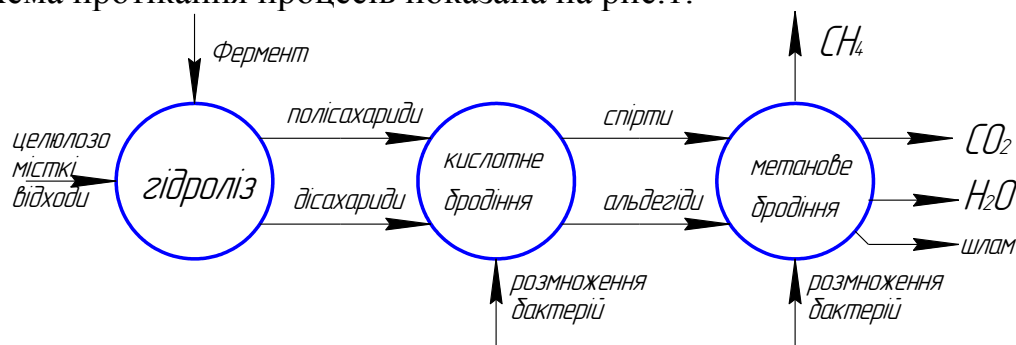


Рис. 1 – Схема процесу отримання біогазу

Перелік посилань:

1. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. Биогаз. Теория и практика. – Москва, 1982г. – 148с.

УДК 621.928

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ВОЛОКНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ

к.т.н., доц. Семінський О.О., магістрант Черепанов М.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У целюлозно-паперових виробництвах головним критерієм якості продукції є однорідність властивостей полотна, на яку, головним чином, впливають параметри формування полотна з волокнистих суспензій на сіткових частинах папероробних та картоноробних машин. Процес формування умовно поділяється на три послідовні стадії: 1) початкову, яка включає в себе підготовку до подачі і напуск паперової маси на сітку; 2) перетворення суспензії на плаский волокнистий шар (стадію листоутворення); 3) подальше зневоднення, сформованого полотна. Остання стадія, є найважливішою, оскільки під час зневоднення відбувається кінцеве просторове розподілення волокон суспензії та активне утворення міжволоконних зв'язків, що зумовлюють основні механічні властивості полотна [1]. Із збільшенням товщини шару волокон реалізація процесу зневоднення суттєво ускладнюється. Саме тому вкрай важливо правильно оцінювати і прогнозувати параметри зневоднення паперової маси.

У виробничій практиці оцінка фільтраційно-зневоднюючих властивостей волокон найчастіше проводиться за допомогою емпіричного показника – ступеня помелу, який визначається в градусах Шоппер-Ріглера. Однак, цей показник не має загально прийнятої розмірності і однозначного фізичного змісту [2, 3], що не дає можливості чіткого визначення властивостей волокон. Отже робота, спрямована на встановлення однозначних характеристик стану волокон у паперовій масі та отримання адекватних розрахункових залежностей параметрів процесу зневоднення є актуальною.

Математичний опис процесу зневоднення волокнистих суспензій запропонований авторами у спільній праці з Г.М. Богомолем та В.М. Марчевським [4].

За результатами аналізу літературних джерел [1-3, 5] сформульовані такі базові припущення: 1) зневоднення проходить при постійній різниці тисків з обох боків сітки формуючого пристрою; 2) пористість сітки формуючого пристрою незмінна; 3) середня пористість шару (ε_0) виражається у формі відношення величин середньої висоти суцільної маси оводнених набряклих волокон ($h_{ОВ}$) та висоти шару волокон, що осіли на

сітку формуючого пристрою (h_o) і співвідноситься з об'ємною часткою набряклих і оводнених волокон (C_v) наступним чином:

$$\varepsilon_o = \frac{h_o - h_{об}}{h_o} = \frac{(1/C_v - 1)}{1/C_v}.$$

На основі даних припущень складено рівняння процесу:

$$\frac{d\left(\frac{1}{C_v}\right)}{d\tau} = -\frac{2\Delta P}{f\mu S_b^2 g_{зс}} \left(\frac{\frac{1}{C_v} - 1}{\frac{1}{C_v}}\right)^3 \frac{1}{C_v} = -K_1 \left(\frac{\frac{1}{C_v} - 1}{\frac{1}{C_v}}\right)^3 \frac{1}{C_v},$$

де τ – час зневоднення; ΔP – перепад тиску; f – коефіцієнт форми; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості рідкої фази; S_b – питома (по масі) поверхня волокон; $g_{зс}$ – маса одиниці площі шару волокон.

Розв'язок цього рівняння отримано у вигляді:

$$\ln\left(\frac{1}{C_v} - 1\right) - \frac{2}{1/C_v - 1} - \frac{1}{2(1/C_v - 1)^2} = K_1\tau + A.$$

де A – константа інтегрування.

Перевагою запропонованої моделі є те, що вона враховує не лише набряклі волокна, але і плівку малорухливої води, яка утримується на зовнішній поверхні волокон. Тобто, вода, що всмоктується целюлозною речовиною і втримується нею при даних умовах зневоднення, розглядається як додатковий об'єм твердого тіла, що чинить додатковий опір зневодненню.

Для підтвердження адекватності наведеної моделі заплановано проведення серії експериментальних досліджень.

Перелік посилань:

1. Хойер Д. Производствокартона. – М.: Леснаяпром-сть, 1977. – 385с.
2. Богомол Г.М. Формованиемногослойногокартона. – М.: Леснаяпром-сть, 1982. – 264с.
3. Кугушев И.Д. Теорияпроцессовотлива и обезвоживаниябумажноймассы. – М.: Леснаяпром-сть, 1967. – 262с.
4. Богомол Г.М. Математическаяинтерпритацияфизическогосостояния и свойствпористыхвеществ / Г.М. Богомол, В.Н. Марчевский, А.О. Семинский, М.С. Черепанов // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2011. – № 2 (8). – с. 19-23.
5. Коллинз Р. Течениежидкостей через пористыематериалы. – М.: Мир, 1964. – 350с.

УДК 676.038.2

ФОРМУВАННЯ ПОЛОТНА НА СІТКОВИХ ЧАСТИНАХ ПРМ І КРМ

магістрант Баранович С.О., магістрант Тихомиров О.М.,

к.т.н., доц. Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

При формуванні полотна на сіткових частинах паперо- і картоноробних машин видаляється біля 94...96 % всієї води, що міститься в паперовій масі. Якість кінцевої продукції значною мірою залежить від параметрів процесу формування, які суттєво впливають на провітність, розривну довжину та міцність полотна.

Структура сформованого шару перш за все визначається пористістю шару, розмірами волокон і неволокнистих часток (наповнювачі і клеїльні речовини), питомою поверхнею волокон. Також на структуру осаду дуже сильно впливає і ряд інших чинників, зокрема, ступінь коагуляції частинок волокнистої суспензії, вміст у ній смолистих та колоїдних домішок, що закупорюють пори, вплив електрокінетичного потенціалу, що виникає на межі розділу твердої і рідкої фази в присутності іонів і зменшує ефективне поєднання пор і наявність сольватної оболонки на твердих частинках (її дія проявляється при дотику частинок в процесі утворення осаду).

Формування волокнистої суспензії починається після витікання маси на сітку і протікає в 3 стадії [1].

Перша стадія зневоднення волокнистої суспензії починається в момент виходу на сітку, коли сили інерції потоку стають слабшими і швидкість руху потоку волокнистої суспензії досягає швидкості руху сітки. На цій стадії сили взаємодії волокон носять тиксотропний характер, а руйнування слабких міжволоконних зв'язків коагуляційного характеру залежить від прикладеного навантаження, що виражається через градієнт швидкості руху. Взаємодія між волокнами здійснюється через водні прошарки.

З моменту зневоднення суспензії починається друга стадія формування – стадія листоутворення, яка характеризується поступовим відкладенням волокон на сітці. Після досягнення сухості полотна 7...8 %, по мірі видалення води, на сітці волокна починають утворювати пористу структуру. Чим вище концентрація волокнистих систем, тим швидше здійснюється структуроутворення полотна. (Час утворення структур складає долі секунд.) В початковий період стадії листоутворення важливе значення має співвідношення швидкостей потоку та сітки, яке впливає на якість формування, а саме на анізотропію структури шару [2]. Одночасно активно протікають явища вторинної флокуляції і седиментації, які можуть

призводити до розшарування суспензії і зміни її концентрації по висоті. На цій стадії найбільше проявляється локальна зміна концентрації в потоці, волокниста складова суспензії ще рухома і текуча, а швидкість осадження волокон пропорційна швидкості фільтрації рідкої фази. Простір між волокнами утвореного шару повністю заповнений водою, а тому ущільнення шару під дією перепаду тиску та сил тяжіння ще не спостерігається.

Третя стадія зневоднення починається коли з підвищенням сухості, волокна зближуються, полотно зміцнюється, багато в чому завдяки з силам тертя, а потім, по мірі зникнення міжволоконних прошарків води, починається утворення міцних водневих зв'язків [3].

Інтенсивність структуроутворення визначається зміною реологічних параметрів волокнистої суспензії, головним чином їх в'язкістю і міцністю. Ці параметри в значній мірі залежать від концентрації волокнистих суспензій.

В певній мірі агрегативна стійкість волокнистих суспензій зумовлена зарядом волокон. Заряд волокон в суспензії виражається, основним чином, через ζ -потенціал. На 3-й стадії на поверхні волокон утворюється подвійний електричний шар, який виникає внаслідок встановлення адсорбційної рівноваги в системі, що призводить до виникнення на поверхні шару потенціалоутворюючих іонів і електростатично зв'язаних з ними проти іонів. При цьому утворена система в цілому електронейтральна. Походження подвійного електричного шару зумовлено такими факторами:

- переважна адсорбція катіонів над аніонами;
- дисоціація електролітичних активних груп на поверхні;
- орієнтація диполів, що входять до складу дисперсної фази.

Структура волокнистого шару деформується під дією фільтраційного напору. Градієнти, що виникають в фільтрованій рідині повертають і деформують волокна в напрямку фільтраційного потоку, що призводить до зниження гідравлічного опору волокнистого шару. При підвищенні концентрації волокон в суспензії проявляється збільшення товщини шару, особливо при високих ступенях помелу, що спричинює збільшення гідравлічного опору, обумовленого зменшенням розміру пор при стисненні осілого шару.

Перелік посилань

1. Богомол Г.М. Формование многослойного картона. –М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 264 с.
2. Смолин А.С. Современная концепция процесса формования/ Смолин А.С., Кейзер П.М. //Бумага. Картон. -1999. –С. 1-5.
3. Смолин А.С., Аскерольд Г.З. Технология формования бумаги и картона. –М.: Лесн. пром-сть, – 1984. – 120 с.

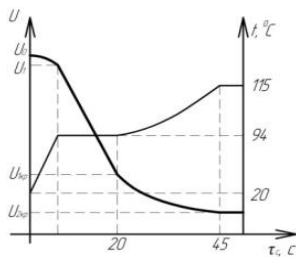
УДК 676.04.02

ПРОЦЕС СУШІННЯ НАПОВНЮВАЧА ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА (ДІОКСИДУ ТИТАНУ TiO_2)

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

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Кінетика сушіння розглядає питання швидкості і механізму видалення вологи з матеріалу. Швидкість сушіння залежить від внутрішньої структури діоксиду титану, його теплофізичних властивостей, розмірів, форми та стану зовнішньої поверхні, а також параметрів сушильного агента. При конвективному сушінні вологого матеріалу розрізняють три ділянки: 1. Період прогріву матеріалу; 2. Період постійної швидкості сушіння (I період); 3. Період спадаючої швидкості сушіння (II період). Крива сушіння зображена на рис. 1.1.



В період прогріву пасти TiO_2 підведене тепло витрачається на нагрів матеріалу від початкової температури $t_{\text{н}}$ до температури мокрого термометра $t_{\text{м.т.}}$, і на випаровування вологи. В період постійної швидкості сушіння швидкість видалення вологи із матеріалу

сушіння

описується наступним диференціальним рівнянням з початковою умовою [1]:

$$-V_{\text{м}} \cdot \rho_{\text{м}} \cdot \frac{du_{\text{ср}}}{d\tau} = \alpha \cdot F_{\text{м}} \cdot \frac{t - t_{\text{м.т.}}}{r^*}, \quad (1.1)$$

$$u_{\text{ср}}|_{\tau=0} = u_0. \quad (1.2)$$

Із рівняння (1.2) видно, що волога випаровується із всієї поверхні вологого діоксиду титану $S_{\text{м}}$. В перший період швидкість сушіння постійна і визначається лише швидкістю зовнішньої дифузії. Для розрахунку кінетики в першому періоді сушіння представлене наступне рівняння:

$$\frac{\partial u_{\text{ср}}}{\partial \tau} \cdot R_v \cdot \rho_0 = \beta \cdot (P_{\text{н}} - P_{\text{в}}), \quad (1.3)$$

де R_v – відношення об'єму висушуваного тіла до його поверхні, м.

Для розрахунку кінетики в другому періоді сушіння представлено наступне рівняння:

$$\frac{\partial u_{\text{ср}}}{\partial \tau} = -K \cdot (u_{\text{ср}} - u_p), \quad (1.4)$$

де K – коефіцієнт сушіння.

Інтегруючи вирази (1.4) з початковими умовами $u_{\text{ср}}(0) = u_{\text{кр}}$ приходимо до наступної залежності для розрахунку часу сушіння:

$$\tau = \frac{1}{K} \cdot \ln \frac{u_{\text{кр}} - u_p}{u_k - u_p},$$

де $u_{\text{кр}}, u_k, u_p$ – критичний, кінцевий, рівноважний вологовміст матеріалу.

Авторами запропонована сушарка (рис.1.2) з псевдозрідженим шаром. В даній сушарці [2] псевдозріджений шар утворюється в результаті фільтрації теплоносія через шар зі швидкістю, яка дорівнює швидкості псевдозрідження і утворення фонтану над вершиною призми решітки.

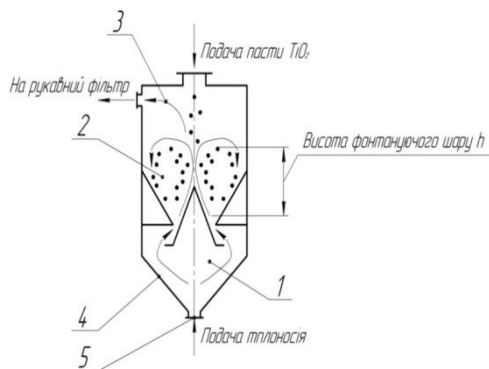


Рисунок 1.2 – Сушарка з псевдозрідженим шаром.

- 1- Дифузор; 2– зона фонтануючого шару;
- 3 – висушений продукт; 4 – корпус;
- 5 – патрубок.

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.
2. А. с. Апарат для проведения процессов в псевдосжиженном слое / Марчевський В. М. (СССР). - №590007; опубл. 04.07.1975г.

УДК 676.02

**ДОСЛІДЖЕННЯ 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»

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].

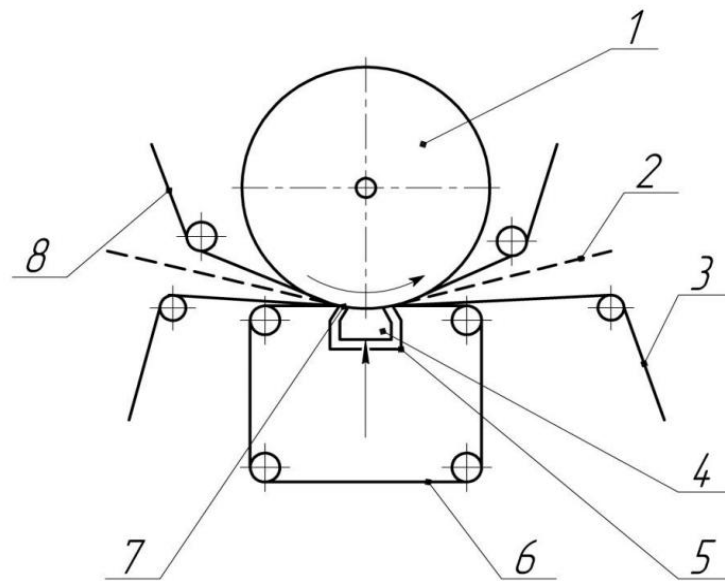
Вітчизняні папероробні машини забезпечують сухість полотна після пресової частини близько 35-40%. Одним із шляхів збільшення сухості є застосування башмачного преса, завдяки якому сухість полотна перед сушильною частиною може бути збільшена до 50-55%.

Існує декілька конструкцій пресових валів, у яких зона пресування збільшена до 250 мм, за рахунок спеціального пресового башмака, що прижимається до валу гідроциліндром.

Однак дослідження процесу зневоднення на цих пресах в літературі висвітлюється недостатньо, а методики розрахунку відсутні.

Метою дипломної роботи є проведення експериментального дослідження та створення на отриманих результатах методики проектного розрахунку башмачного пресу.

На сьогоднішній день, преси з подовженою зоною пресування (башмачні преси) працюють з лінійним тиском до 1100 кН/м і дозволяють отримати сухість полотна до 55% [2].



1 – верхній вал, 2 – полотно, 3 – нижнє сукно, 4 – башмак, 5 – камера,
6 – стрічка, 7 – місце подачі рідини для змащування, 8 – верхнє сукно.

Рисунок 1 – Схема башмачного преса

Однак підвищення лінійного тиску не є основним критерієм для інтенсифікації зневоднення на пресах. Волога, яка залишається між стиснутими волокнами, вже не може бути видалена за рахунок підвищення тиску, тому мною пропонується подавати підігріте повітря або пару в середину камери башмака, яке буде створювати додатковий гідравлічний тиск, що значно збільшить рушійну силу процесу фільтрації.

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.: Лесн. пром., 1981 – 264 с.

2. Технології виробництва паперу і картону : навч. посіб./ Друге видання, переробл./ С.П. Примаков, В.А. Барбаш – Київ: ЕКМО, 2008.- 425 с

УДК 676.05

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС КАЛАНДРУВАННЯ ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

к.т.н. Семінський О.О., магістрант Мигаль О.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Каландрування є невід'ємним процесом технологічного циклу виробництва багатьох видів паперової продукції. Обробка паперу на машинних каландрах в значній мірі визначає такі якісні показники паперового полотна як: щільність, гладкість і рівномірність товщини, які мають досить важливе значення для масових і технічних видів паперу. Параметри каландрування можуть суттєво відрізнятись для різних видів паперу і їх правильний вибір є важливою задачею виробництва [1].

Сухий папір відрізняється більшою жорсткістю, він гірше ущільнюється та згладжується, при його каландруванні часто відбуваються розриви. При надмірному зволоженні папір роздавлюється під час каландрування, темніє і набуває пергаментних плям. Таким чином, для нормального процесу каландрування, необхідно підтримувати рівномірну вологість, яка коливається в межах від 4 до 28 %, в залежності від типу паперу.

Зі збільшенням лінійного тиску зростають гладкість, об'ємна вага, розривна довжина, опір зламу паперового полотна. Гладкість паперу має майже лінійну залежність від тиску в захваті каландру [2]. По мірі руху паперового полотна від захвату до захвату багатовального каландру воно ущільнюється і втрачає пластичність, внаслідок чого площадка деформації паперу при дії на неї зусилля, спрямованого по нормалі, зменшується, а тиск збільшується. Так в шестивальному каландрі при каландруванні дукарського паперу збільшення лінійного тиску від 1-го до 5-ти захвату в 5 разів призводить до збільшення тиску в захваті в 9 разів. Однак, застосовувати високий лінійний тиск в перших захватах каландра для багатьох видів паперу і в першу чергу паперу, який містить в композиції деревинну масу не можна, внаслідок перемощення і появи темних плям на папері. Останнє зумовлене неоднорідністю товщини і неоднозначністю в'язкопружних констант паперу, який поступає в каландр.

Використання валів з регульованим прогином розширює можливості керування процесом каландрування, в тому числі за рахунок можливості встановлення менших величин лінійного тиску в перших захватах з поступовим його збільшенням від захвату до захвату. Це дозволяє попередньо вирівняти товщину паперу і його в'язкопружні властивості,

після чого провести каландрування при більших величинах тиску без пошкодження паперу[1].

Робоча швидкість каландрів може змінюватися в дуже широких межах. Максимальна швидкість, що досягається при каландруванні жиронепроникних видів паперу становить 7,5 м/с (450м/хв.), а при каландруванні друкарського паперу – 13 м/с (800м/хв.). Наприклад, зі збільшенням швидкості від 0 до 2,7 м/с (160 м/хв.), гладкість зменшується від 300 до 150 сек. Також швидкість руху полотна в захватах каландру впливає на об'ємну вагу, розривну довжину, лоск і опір зламу, але вплив на ці параметри полотна не такий суттєвий, як на гладкість.

Робоча ширина каландрів змінюється в широких межах і для сучасних конструкцій може перевищувати 5 метрів. Вузькі каландри використовуються для каландрування технічних видів паперу, які вимагаються сильного ущільнення, широкі – для каландрування друкарського паперу.

Композиція паперу, ступінь помелу паперової маси і наявність наповнювачів значно впливають на процес каландрування. Різні волокнисті матеріали відрізняються один від одного за своєю структурою, розмірами волокон, хімічним вмістом і гідратаційними властивостями. У зв'язку з цим одні волокнисті матеріали сприяють отриманню більш пухкого і м'якого, а інші більш щільного, зімкнутого та жорсткого полотна. Кращий ступінь обробки, досягається при використанні волокнистих матеріалів, які відрізняються найбільш тонкою структурою волокон і більшою м'якістю.

Найбільшу абсолютну гладкість після каландрування має папір, який виготовлений з осинової та ялинової сульфітної целюлози, а також з солом'яної целюлози, а найменшу – папір із сульфатної целюлози і деревинної маси. Якщо вміст доданого ленцину становить 30%, то гладкість зменшується на 10%, коаліну – збільшується на 43%, сірчастого цинку- 28%, крейди – на 19%, аналіну – на 8%. При додаванні 15% бланкфіксу гладкість збільшується на 28 %, а 27% асбестину – на 61%.

Зі збільшенням ступеню помелу маси гладкість вихідного паперу покращується, так як поверхня паперу стає більш зімкнутою, однак здатність паперу до каландрування знижується через підвищення його жорсткості[2].

Перелік посилань:

1. Чичаев В.А., Глезин М.Л., Екімова В.А. и др. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Том 2. Бумагоделательные машины. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 264 с.

2. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Школа бумаги, 2006. – 643 с.

УДК 676.056.42

ГАРЯЧИЙ ВАЛ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

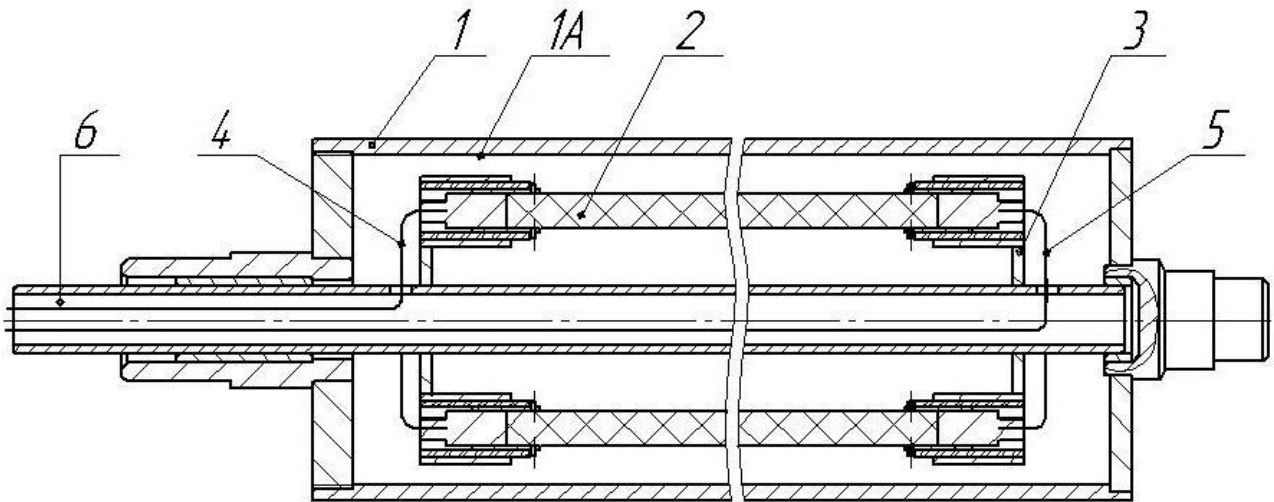
Пресова частина - одна з найголовніших частин папероробної машини, тому що саме на пресах відбувається найбільше зневоднення паперового полотна. Після пресів вітчизняного виробництва сухість паперового полотна не перевищує 35-40%. З метою скорочення витрат пари на сушіння, після пресової частини прагнуть отримати максимально можливу сухість паперового полотна.

Для інтенсифікації процесу пресування та відповідно збільшення кінцевої сухості паперу був розроблений дослідний зразок високотемпературного пресу з оригінальною конструкцією гарячого валу. Актуальність даної розробки полягає у забезпеченні надійності конструкції, можливості регулювання температури нагрівача валу; можливості вимірювання теплової потужності і температури; рівномірності розподілу температури по довжині валу; можливості отримання високих температур.

Сутність високотемпературного пресування полягає в видаленні вологи з комірок паперу тиском пари, який утворюється в зоні контакту паперового полотна з поверхнею валу, яка нагріта до високої температури.

Гарячий вал допоможе якнайкраще експериментально дослідити кінетику високотемпературного пресування паперового полотна та отримати експериментальні дані, необхідні для конструювання промислового зразка пресу.

Схема гарячого валу показано на рисунку 1. Він складається з валу 1, який обертається і з середини нагрівається від електричних нагрівачів 2, які нерухомо закріплені на статорі 3. Подача електроенергії здійснюється через провідники 4 і 5, які виводяться назовні через осьову трубу 6.



1- вал; 1А – внутрішня поверхня валу; 2- нерухомий електричний нагрівач ;
3- статор; 4,5 – електричні провідники; 6 – осьова труба.

Рисунок 1 – Схема гарячого валу

Перелік посилань:

1. В. М. Марчевський, О.П. Мельник. Результати досліджень процесу гарячого пресування паперового полотна. Вісник НТУУ «КПІ» Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. № 1(1)-2008.

2. Дослідження процесу гарячого пресування паперового полотна: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів(частина 1), зб. тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, (Київ, 20-22 квітня 2011 р.) / В.М. Марчевський, О.П. Мельник, М.Г. Дзюба - Національний технічний університет України, Інженерно-хімічний факультет :НТУУ «КПІ» 2011. - 100 с.

3. Процес високотемпературного пресування паперового полотна: Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання,), зб. тез доповідей I міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, (Київ, 01-04 листопада 2011 р.) / В.М. Марчевський, О.П. Мельник, А.А. Макаренко - Національний технічний університет України, Інженерно-хімічний факультет :НТУУ «КПІ» 2011. - 106 с.

СЕКЦІЯ 5

«Екологія та технологія рослинних полімерів»

УДК 676.038.2

ПІДВИЩЕННЯ БІЛОСТІ ПАПЕРУ З МАКУЛАТУРИ

доц., к.т.н. О.М. Мовчанюк, магістрант Д.В. Єльсукова,

магістрант Т.О. Коцько

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одним з шляхів вирішення проблеми сировинної бази в паперовому виробництві є використання вторинних волокон. Особливий інтерес представляє волокно, що міститься у відходах споживання упаковки для рідких харчових продуктів. Адже для виробництва такої упаковки зазвичай використовується картон з вибіленої або невибіленої целюлози. Додавання такого волокна у композицію макулатурної маси суттєво підвищує фізико-механічні властивості паперу та картону[1, 2].

Метою даного дослідження було підвищення білості паперу з макулатури способом флотації та визначення впливу вмісту волокна з відходів використання упаковки для рідких молочних продуктів «PurPak» у композиції маси з макулатури марки МС-7Б-2 на білість паперу.

Приготування маси здійснювалося на лабораторному розмелювальному комплексі ЛРК-1.Із макулатури марок МС-12Г (відходи використаної упаковки «PurPak») та МС-7Б-2 в різному співвідношенні до та після флотації виготовлялись лабораторні зразки паперу масою 80 г/м², визначалася їх білість.

Дослідження показали, що процес флотації підвищує білість паперу з макулатури марки МС-7Б-2 на 10 %, з макулатури марки МС-12Г – на 8 %. А використання волокна з упаковки дозволяє підвищити білість паперу з макулатури до 24 % (табл. 1).

Таблиця 1. Білість лабораторних зразків паперу з маси різної композиції

Застосування облагородження	Значення білості при вмісті волокна з упаковки, %					
	0	20	40	60	80	100
Без флотації	67	70	71	74	80	83
Після флотації	74	76	77	79	84	90

Для дотримання вимог ГОСТ 18520-87 по білості в композицію маси необхідно додати 72 % волокна упаковки для писального паперу №1 марки В і 82 % – для марок А і Б. Процес окремої флотації обох напівфабрикатів дозволяє знизити вміст волокон упаковки в композиції на 22 % для забезпечення норм писального паперу №1 марок А і Б.

Таким чином, шляхом введення в масу волокна з відходів використання упаковки «PurPak» та використання флотації можна суттєво покращити білість паперу з макулатури без використання свіжих напівфабрикатів, що знижує його собівартість.

Перелік посилань:

1. Мовчанюк О.М. Перероблення відходів споживання асептичної упаковки «Тетра Пак» для виробництва паперу для гофрування високої якості / О.М. Мовчанюк // Вісник НТУУ "КПІ" «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2011. № 2. – С. 102–107.
2. Мовчанюк О.М. Використання волокна з упаковки „Пюр ПАК” для підвищення якості паперу з макулатури / О.М. Мовчанюк, С.О. Сайчук, С. Саволук // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: VIII всеукраїнська наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 20–22 квітня 2011 р.: Збірка тез доповідей. – К.: НТУУ „КПІ”. – ч.2, 2011. – С.128–129.

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ
ВИКОРИСТАННЯ УПАКОВКИ ДЛЯ РІДКИХ ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ З ДОДАВАННЯМ ХІМІЧНИХ ДОПОМІЖНИХ РЕЧОВИН**

к.т.н., доцент Мовчанюк О.М., к.т.н., доцент Плосконос В.Г.,
магістрант Коцько Т.О., магістрант Єльсукова Д.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В якості об'єкта, який досліджується, обрано процеси набухання, розпуску та розмелювання відходів використання упаковки із додаванням стимуляторів розпуску. В якості предмета – відходи використання упаковки «Tetra Pak».

Метою даної роботи є розроблення математичних моделей процесів набухання, розпуску та розмелювання для визначення максимальних значень фізико-механічних показників лабораторних зразків мішкового паперу, які будуть досягатися за визначених витрат стимулятора та тривалості процесу розмелювання.

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 проведені 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 – ступінь млива, °ШР;

X_2 – витрата стимулятора розпуску NE, %

X_3 – витрата стимулятора розпуску EBS, %.

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 вибрані фізико-механічні показники досліджуваних лабораторних зразків мішкового паперу.

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 застосування 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:

$$Y_1 = 2268,17 + 3,18 \cdot 10^{-1} \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,04 \cdot 10^{-2} \cdot X_1 + 5,06 \cdot 10^{-2} \cdot X_1 \cdot X_3 - 6,30 \cdot 10^{-1} \cdot X_1^2 - 6,23 \cdot 10^{-4} \cdot X_3^2 \quad (1)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 4,86 %.

б) математична модель за показником опору роздирання, мН:

$$Y_2 = 679,17 + 3,11 \cdot 10^{-2} \cdot X_2 - 4,04 \cdot 10^{-2} \cdot X_1^2 + 6,44 \cdot 10^{-3} \cdot X_3^2 \quad (2)$$

Відносна похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,39 %.

Таким чином, використання методу математичного моделювання в поєднанні із певною методологією дозволило вирішити задачу розроблення математичних моделей процесу перероблення відходів використання упаковки для рідких харчових продуктів з додаванням хімічних допоміжних речовин, які можуть бути використані з метою пошуку оптимальних умов.

УДК 676.168

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

магістрант Сидор В.Й., студент Швець А. М., к.т.н., доц. Черьопкіна Р. І.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

На сьогодні стан целюлозно-паперової промисловості України не відповідає потребам її економіки, культури, освіти. Головною причиною такого стану є слабка база волокнистої сировини.

Оскільки виробництво первинного волокна відсутнє, а макулатура в останні роки також є дефіцитною, тому часткове забезпечення вітчизняних потужностей напівфабрикатами, які отримані з відходів сільського господарства – соломи ріпаку, стебел соняшнику та злакової соломи, дозволить суттєво підвищити їх конкурентоздатність.

В Україні, як аграрній країні, однорічні рослини вирощують на масштабних площах і тому розробка ресурсозберігаючих технологій одержання целюлози та товарів широкого вжитку є важливою науково-технічною задачею[1].

На основі встановленого раніше хімічного складу стебел соняшнику, показано, що вони є повноцінною сировиною для хімічного перероблення[2].

Метою даної роботи є дослідження впливу концентрації активного лугу та каталізатора антрахінону на делігніфікацію стебел соняшнику.

Показано, що із підвищенням концентрації активного лугу від 10 до 16 % в од. Na_2O за однакових умов делігніфікація покращується на 2 – 3 %.

Підвищення тривалості варіння від 1,5 до 2,5 год. та збільшення концентрації активного лугу, дозволяє отримувати целюлозу нормального виходу біля 52 % та вмістом залишкового лігніну до 12 %.

З підвищенням концентрації закономірно зростають механічні показники: розривна довжина від 2800 до 4600 м; опір роздиранню від 320 до 580 мН; міцність на злом від 100 до 400 чпп; опір продавлюванню від 80 до 250кПа. Високі показники міцності напівфабрикатів, частково можна пояснити достатньою делігніфікацією та меншим вкорочуванням волокон в процесі розмелювання. Отримані значення міцності зразків можна порівнювати із значеннями для соломи злакових. Слід відмітити, що додавання антрахінону покращує делігніфікацію в межах однієї тривалості, приблизно на третину та підвищує вихід за рахунок стабілізації вуглеводної частини.

Дослідженнями показано, що за невисоких концентрацій активного лугу та антрахінону, делігніфікація стебел соняшнику є достатньо ефективною.

Перелік посилань:

1. П. Лендель, Ш. Морвай. Химия и технология целлюлозного производства. Перевод с немецкого. Ф. Б. Дубровинской под редакцией А.Ф. Тищенко. – М.: Лесная про-сть, 1978.– 544 с.

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 676.168/163

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

Дрозд К., Белінська О., Задніпрянець Ю., Сосновчик С., Капелька В.,
Кравченко В., к.т.н., доц. Плосконос В.Г., к.т.н., доц. Черьопкіна Р. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

У світовій целюлозно-паперовій галузі через дефіцит деревної сировини зростає потреба у використанні альтернативної недеревної рослинної сировини. Особливо актуальним це питання є в країнах з обмеженими лісовими запасами, до яких належить і Україна. За даними вчених Україна має достатньо ресурсів, щоб збільшити виробництво паперу за рахунок використання волокнистих напівфабрикатів, отриманих з однорічних рослин [1].

Так, наприклад, наша держава займає одне з провідних місць по вирощуванню та експорту соняшнику в світі. Після збирання вражаю насіння соняшнику відходи у вигляді стебел агрогосподарствами не використовуються, а тільки подрібнюються і заорюються, що потребує додаткових матеріальних затрат. Дослідженнями проведеними на кафедрі Е та ТРП, НТУУ «КПІ» було показано, що за вмістом основних компонентів та фракційним складом стебла соняшнику є конкурентоздатною сировиною для перероблення на волокнисті напівфабрикати [2].

Стебло являє собою здерев'янілу трубку з високим вмістом целюлози і геміцелюлоз та довжиною волокон в середньому біля 1,5 мм, яка використовується для варіння та серцевину із низьким вмістом вуглеводної частини, високою зольністю і невеликою довжиною волокон.

В даній роботі розглянуто використання стебел соняшника без серцевини як сировини для отримання напівфабрикатів за нейтрально-сульфітного та натронного варіння. Ці способи делігніфікації вибрано з врахуванням особливостей переробки недеревної сировини, особливо розчинення мінеральної частини, яка для неї складає біля 8%.

Метою дослідження також є вплив каталізатора антрахінону на якість отриманих напівфабрикатів в слабо лужному та лужному середовищах. Для цього визначали вихід твердого залишку, вміст у ньому залишкового лігніну, фізико-механічні показники, обробка та аналіз отриманих даних.

Для проведення варіння стебел соняшнику використовували натронний розчин з витратами активного лугу 12% в од. Na_2O від маси а.с. сировини та нейтрально-сульфітний з концентрацією загального SO_2 30 г/л, за рН 9,5 та температури 170°C. Вплив каталізатора в кількості 0,1% від маси а.с. волокна на делігніфікацію сировини досліджували за різної тривалості варіння. Результати досліджень наведено в табл..

Із аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що в результаті делігніфікації нейтрально-сульфітним способом отримано целюлозу високого виходу, а натронним – напівцелюлозу, які після варіння зберігали форму січки і тому їх піддавали механічному розділенню на окремі волокна. Кращу

делігніфікацію в слабо лужному середовищі частково можна пояснити більш м'якими умовами проведення варіння та вищою концентрацією розчину.

Таблиця - Результати дослідження варіння соломи соняшнику

№ п/п	Тривалість, год	Каталізатор Спосіб варіння	Вихід, %	Лігнін, %	Розривна довжина, м	Опір продавлюванню, кПа	Опір роздиранню, мН	Міцність на злом, ч.п.п.
1	2,0	-	50,4	17,6	4780	200	390	100
2	2,0	АХ	51,7	16,0	4950	220	430	125
3	2,5	-	49,6	17,2	4875	196	410	105
4	2,5	АХ	52,3	12,9	5070	218	455	130
5	2,0	натронний	71,7	21,3	2488	145	290	50
6	2,5	натронний	70,0	18,6	3304	160	300	55

У випадку використання каталізатора антрахінону спостерігається підвищення виходу до 2%, зниження лігніну від 1,5 до 4% та підвищення механічних показників.

Напівцелюлоза, отримана натронним способом має дещо нижчі показники міцності, що пояснюється високим вмістом лігніну і, відповідно, низькою гнучкістю волокон.

Нейтрально-сульфитний спосіб забезпечує отримання напівфабрикату, який легко розмелюється та більш світлого за кольором, ніж натронний.

В результаті аналізу відпрацьованих щолоків нейтрально-сульфитного варіння показано, що на основні реакції витрачено третина загального SO_2 , тобто після доукріплення такий щолок можна використовувати повторно. Перевагами натронного чорного щолоку є те, що з нього легко регенерувати хімікати і, відповідно, знижувати забруднення навколишнього середовища.

Таким чином, напівфабрикати із стебел соняшнику можна розглядати в якості альтернативної волокнистої сировини для виробництва таропакувальних видів продукції.

Перелік посилань:

1. Лисогор В.М., Пітик О.В. Розвиток виробництва насіння соняшнику в країнах з ринковою економікою в умовах глобалізації. Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. - № 1. - Т. 2. – С. 302 - 306.

2. Черёпкина Р.И., Шевченко Ю, Ф. Нейтрально-сульфитный способ переработки отходов сельского хозяйства. Збірка тез XIII Міжнародної науково-практичної студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство» 19-23 травня 2010 р., м. Київ. – С. 346 - 347.

3. П. Лендъел, Ш. Морваи. Химия и технология целлюлозного производства. Перевод с немецкого. Ф. Б. Дубровинской под редакцией А.Ф. Тищенко. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 544 с.

УДК 676.18

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПРЕДСТАВНИКІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

студенти Семенюк А.В., Алушкін С.В., Утченко Р.Є.

проф., к.х.н. Барбаш В.А., к.т.н. Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Картонно-паперова продукція широко використовується у побуті та промисловості. Головним сировинним джерелом у світовій целюлозно-паперовій промисловості залишається волокнисті напівфабрикати (ВНФ) із деревини. Для країн, з не великими деревини, альтернативою для виробництва ВНФ можуть бути стебла недревної рослинної сировини (НДРС). НДРС мають деякі відмінності у хімічному складі у порівнянні з деревиною і тому потребують вивчення вмісту основних компонентів їх складу.

Метою роботи було дослідження хімічного складу нових для целюлозно-паперової промисловості представників НДРС для визначення можливості їх використання для одержання ВНФ для виробництва паперу і картону. До їх числа відносяться наведені в таблиці представники НДРС. В таблиці наведено хімічний склад досліджених рослин і для порівняння - представників хвойної (ялина) та листяної (береза) деревини.

Як видно із даних таблиці, представники НДРС характеризуються значно більшим, ніж у деревині, вмістом речовин які екстрагуються лугом. При екстракції рослинної сировини 1 % розчином луку в розчин переходять не тільки екстрактивні речовини (крохмаль, пектини, барвники, таніди), але також частина геміцелюлоз та низькомолекулярна фракція целюлози. Такі результати свідчать про те, що проведення процесів одержання ВНФ у лужному середовищі буде призводити до меншого їх виходу, ніж із деревини.

Головні хімічні реакції, що відбуваються у технологічних процесах одержання ВНФ, направлені на вилучення лігніну із рослинної сировини.

За вмістом лігніну дослідженні представники НДРС мають меншу кількість (за виключенням ріжю посівного), аніж хвойна і листяна деревина, а значить будуть потребувати менших витрат хімікатів на процес їх делігніфікації. Відносно великий вміст в цих НДРС основного для целюлозно-паперового виробництва компоненту – целюлози свідчить про можливість їх використання в якості альтернативної сировини для целюлозно-паперової галузі. Разом з тим, порівнюючи хімічний склад наведених в таблиці рослин, можна зробити висновок про меншу

придатність для виробництва ВНФ таких досліджених представників НДРС, як: канатник, рижій посівний та сільфій суцільнолистий.

Таблиця – Хімічний склад представників рослинної сировини

№ з/п	Рослинна сировина	Речовини, що екстрагуються			Целюлоза	Лігнін	Холоцелюлоза	Зольність
		водою	лугом	спирто- бензольною сумішшю				
1	Гірчак сахалінський	1,6	31,5	2,0	45,8	22,1	66,2	0,5
2	Канатник	15,6	31,0	7,9	44,8	23,7	64,9	2,6
3	Рижій посівний	11,2	33,2	2,4	46,5	34,9	67,8	1,3
4	Сільфій суцільно- листний	23,0	44,1	6,0	39,7	19,2	57,3	3,7
5	Соняшник гігантський	5,2	30,4	3,4	46,5	24,0	67,6	1,4
6	Сорго двохкольорове	16,1	36,0	4,0	49,8	20,0	72,5	2,9
7	Сорго зернове	23,4	48,0	8,2	41,6	19,0	66,6	5,6
8	Суданська трава	12,5	36,3	4,5	51,4	21,5	69,9	2,9
9	Береза	2,2	11,2	1,8	41,0	21,0	77,1	0,5
10	Ялина	7,3	18,3	2,9	46,1	28,5	67,9	0,2

УДК 676.168

ДО ПИТАННЯ НАТРОННОЇ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ СОЛОМИ РІПАКУ

Нікітюк Ю., Ткаченко Ю., Бочок В., Паньковець С., Лобова С.,
к.т.н., доц. Червопкіна Р.І.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Використання відходів недеревної рослинної сировини з метою отримання волокнистих напівфабрикатів для виробництва паперу і картону на сьогоднішній день є досить актуальним. Відомо, що перероблення залежить, насамперед, від попиту, але з кожним роком виробництво зростає і вже становить близько 10% від загального випуску напівфабрикатів.

В Україні є проблема у недостатньому забезпеченні підприємств галузі власними ресурсами для виробництва паперу і картону. Тому науковці пропонують розробити базу напівфабрикатів із доступної і дешевої сировини - соломи ріпаку. Доведено, що однієї тисячі гектарів ріпакового поля можна отримати близько двох тисяч тонн паперу [1].

Метою дослідження було отримання напівфабрикатів із соломи ріпаку натронним способом з використанням каталізатора антрахінону та без нього.

Для проведення варіння використовували варильний розчин з витратами активного лугу 12% в од. Na_2O від маси а. с. січки за рН розчину 12. Для дослідження впливу каталізатора АХ на делігніфікацію варіння проводили за однакової тривалості як з АХ в кількості 0,1% від маси а. с. січки, так і без нього за кінцевої температури 170°C. Отримані дані наведено в табл..

Стручки, які є відходами також піддавалися делігніфікації 1,5 год.

№ п/п	Трива- лість, год	Каталі- затор	Вихід, %	Лігнін, %	Розрив на довжин а, м	Опір про- давлюв ання, кПа	Опір роз- диранн ю, мН	Міцніс ть на злом, ч.п.п.
1	1,5	-	50,7	19,8	4360	165	310	50
2	1,5	АХ	51,5	16,9	5800	230	345	110
3	2,5	-	48,3	17,1	4400	170	314	35
4	2,5	АХ	48,2	15,8	5910	240	355	208
5(струч ки)	1,5	-	37,5	10,4	4355	170	340	13

Як видно із даних табл. в результаті натронного варіння ріпаку залишковий вміст лігніну досить високий, що характеризує отриманий напівфабрикат як напівцелюлозу. Закономірно, із підвищенням тривалості варіння вихід знижується за рахунок покращення делігніфікації, що позитивно впливає на показники міцності, які знаходяться на рівні показників для нейтрально-сульфітної целюлози з ріпаку. Використання АХ помітно впливає не тільки на делігніфікацію, але і на механічні показники, які підвищуються в порівнянні із зразками, отриманими без АХ [2].

Делігніфікація стручків за даних параметрів дозволяє отримувати целюлозу, але з низьким виходом, тому для встановлення оптимального режиму варіння необхідно провести додаткові дослідження.

Перелік посилань:

1. <http://intkonf.org/>
2. П. Лендьел, Ш. Морваи. Химия и технология целлюлозного производства. Перевод с немецкого. Ф. Б. Дубровинской под редакцией А.Ф. Тищенко. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 544 с.

УДК 546.05 + 541.183

**СОРБЦІЯ ІОНІВ Cr (VI) ТА As (V) ОКСИГІДРАТАМИ СКЛАДУ
 $M_xAl_{1-x}O_y \cdot nH_2O$, ДЕ М - Zr (IV), Ti (IV), Sn (IV)**

магістрант Гнап К.О., к.т.н. Носачова Ю.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Оксіаніони миш'яку і хрому є токсичними, добре розчинними і легкорухливі аніонами у водному середовищі. Попадання, накопичення і розповсюдження таких сполук у навколишньому середовищі є небезпечним для живих організмів. Слід зазначити, що сполуки миш'яку містяться і в підземних водах, використовуваних часто в якості питної води.

Останнім часом як перспективні сорбенти розглядаються неорганічні оксидні гідратовані матеріали. Показано, що такі сполуки можуть поглинати як катіони, так і аніони в залежності від рН середовища [1].

Метою даного дослідження було вивчення аніонообмінних властивостей оксигідратів складу $M_xAl_{1-x}O_y \cdot nH_2O$, де М – Zr, Ti, Sn, по відношенню до оксіаніонів Cr (VI) і As (V) з розчинів з рН = 2.5 і 9.4-10.5. Досліджено сорбція оксигідратами складу $M_xAl_{1-x}O_y \cdot nH_2O$ і розраховані величини коефіцієнтів розподілу аніонів Cr (VI) і As (V).

На рис. 1 (а) приведені залежності поглинання аніонів Cr (VI) бінарними оксигідратами з розчинів $K_2Cr_2O_7$ з початковою величиною рН 2,5 від логарифма концентрації рівноважного розчину. При поглинанні аніонів хрому з лужних середовищ для оксигідратів були виявлені вищі значення коефіцієнтів розподілу в діапазоні рівноважних концентрацій $C < 1 \cdot 10^{-4}$ М, які, ймовірно, можуть відноситися до поверхневого комплексоутворення при зміщенні рівноважних значень рН в область нижчих значень. Це підтверджується спостережуваними значеннями рівноважної величини рН розчинів.

Розраховані величини коефіцієнтів розподілу іонів Cr (VI) і величини коефіцієнтів дифузії іонів, отримані з кінетичних залежностей, представлені в табл. 1. Коефіцієнти розподілу іонів Cr (VI) при поглинанні з кислих розчинів бінарними оксигідратами знаходяться в достатньо широкому діапазоні, що указує на деякі функціональні відмінності отриманих композиційних бінарних оксигідратів. Коефіцієнти дифузії іонів Cr (VI) відповідають значенню $0.1 \cdot 10^{11}$, м²/с для всіх бінарних оксигідратів.

Залежності адсорбції іонів As (V) від логарифма концентрації рівноважного розчину при поглинанні з кислих і лужних розчинів також приведені на рис. 1 (б). Розраховані коефіцієнти розподілу для іонів As (V) при поглинанні з кислих розчинів складають $6,2 \cdot 10^3$, з лужних – $0,2 \cdot 10^3$.

Величина провідності оксигідрата $Sn_{0.7}Al_{0.3}O_y \cdot 2H_2O$ після поглинання з 0,002 М розчинів NaH_2AsO_4 при переході від лужних розчинів до кислих зменшується від 0,008 до 0,003 См/м, що також вказує на зміну переважаючої форми, що адсорбується, з $HAso_4^{2-}$ в $H_2AsO_4^-$.

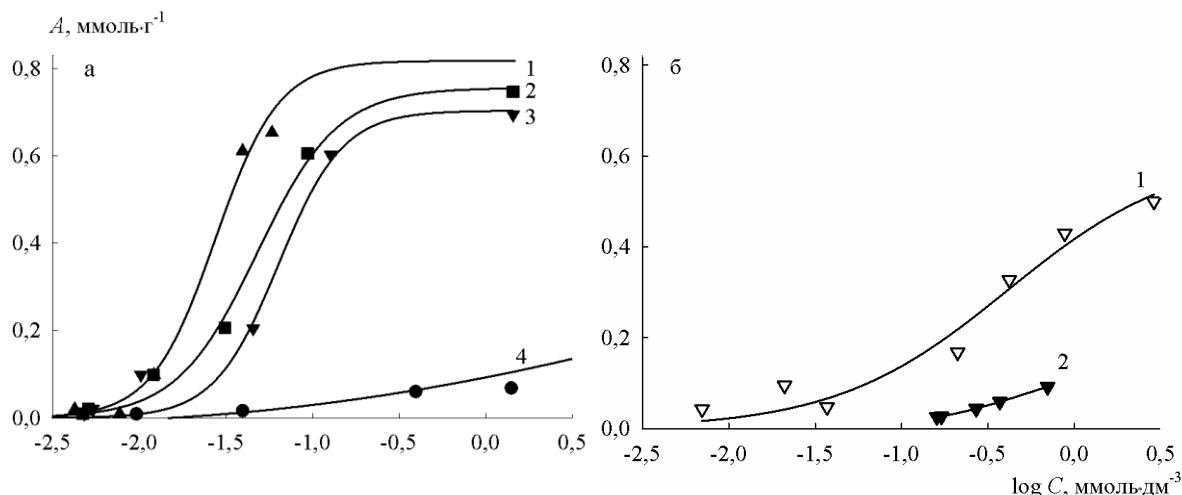


Рисунок 1 - Залежність поглинання аніонів Cr (VI) (а) оксигідратами $Zr_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot nH_2O^{**}$ (1); $Zr_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot nH_2O^*$ (2), $Sn_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot nH_2O$ (3), $Ti_{0,5}Al_{0,5}O_y \cdot nH_2O$ (4), при поглинанні з кислих розчинів; аніонів As (V) оксигідратом $Sn_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot nH_2O$ з кислих (1) і лужних (2) розчинів від логарифма концентрації рівноважного розчину.
Таблиця 3.10 - Початкові і рівноважні значення рН розчинів, коефіцієнти розподілу і дифузії адсорбованих іонів Cr (VI).

Оксигідрат	pH ₁	pH ₂	$K_d \cdot 10^3$	$\bar{D} \cdot 10^{11}, m^2/c$
$Zr_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot 4H_2O^{**}$	2,5	3-4	13	0,1
	10,5	5-6	28	0,1
$Zr_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot 3H_2O^*$	2,5	3	7	-
	10,5	5-7	15	0,1
$Sn_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot 2H_2O$	2,5	3	5	0,1
	10,5	5-7	11	0,1
$Ti_{0,5}Al_{0,5}O_y \cdot 1H_2O$	2,5	2	0,1	0,1
	10,5	7-8	0,2	0,1

$Zr_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot nH_2O^{**}$ – синтезований з розчину оксидцирконіл-хлориду;

$Zr_{0,7}Al_{0,3}O_y \cdot nH_2O^*$ – синтезований з розчину цирконіл-нітрату.

Таким чином, показано, що запропонований метод синтезу дозволяє отримувати гідратовані іонообмінні матеріали складу $M_xAl_{1-x}O_y \cdot nH_2O$, де М - Zr (IV), Ti (IV), Sn (IV), $x=0,0-0,7$, здатних поглинати аніони Cr (VI), As (V) в широкому діапазоні рН (2.5-10.5). Виявлена висока селективність оксигідратних сорбентів до іонів хрому (VI) при сорбції з кислих і лужних розчинів. Сорбенти на основі подвійних оксигідратів можуть бути використані для виборчого поглинання іонів Cr (VI).

Перелік посилань:

1. Lefèvre G., Kneppers J., Fédoroff M. // J. Colloid and Interface Science. -2008. – 327.- P. 15–20.
2. Baran A., Biçak E., Baysal S., Önal S. // Bioresource Technology. -2006. -98. – P. 661–665.
3. Deliyanni E.A., Peleka E.N., Matis K.A. // J. Hazardous Materials. – 2009.- 172, N. 2-3. - P. 550-558.

УДК:504.062.2:546.791

ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВСТАНОВЛЕННЯ ФОРМ
ЗНАХОДЖЕННЯ УРАНУ (VI) В ПРИРОДНИХ ВОДАХ

магістрант Хиль К.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Уран, як радіонуклід і надважкий метал – один з найбільш небезпечних елементів як через токсичність, обумовлену хімічним і радіаційним факторами, так і міграційною здатністю, характерною для елементів з високою схильністю до комплексоутворення [1]. Тому значний інтерес викликають дослідження, направлені на визначення форм знаходження токсичних сполук металів, які визначатимуть ефективність методів, які широко використовуються в практиці водоочищення.

Відповідно до вищезазначеного метою даної роботи було теоретико-експериментальне дослідження форм знаходження U(VI) в модельних водних середовищах та реальних природних водах.

Для моделювання водних середовищ у дистильовану воду вводили певні кількості U(VI) з концентрацією $1 \cdot 10^{-4}$ М для його надійного фотометричного визначення; гідрокарбонат-йони у вигляді солі NaHCO_3 до $1 \cdot 10^{-2}$ М в широкому діапазоні концентрацій; іони кальцію у вигляді його хлориду з концентраціями $1,5 \cdot 10^{-3}$ і $6 \cdot 10^{-3}$ М, мінеральні завислі частинки з використанням очищеного, практично моно мінерального зразка монтморилоніту (Мн-т) Черкаського родовища, фракція $\leq 0,25$ мм з вмістом $0,5$ г/дм³.

Проведені розрахунки форм U(VI) при різних концентраціях HCO_3^- , pH, Ca^{2+} на основі констант стійкості комплексних сполук, гідролізу гідроксидів U(VI) дозволяють встановити не тільки розчинну чи колоїдну його форму, але і хімічну – склад та заряд сполук, що утворюються. Модельні розчини витримували протягом 5 діб для встановлення рівноваги в системі. Дослідження впливу концентрації гідрокарбонат-йонів та Ca^{2+} проводили при pH водного середовища 7,0.

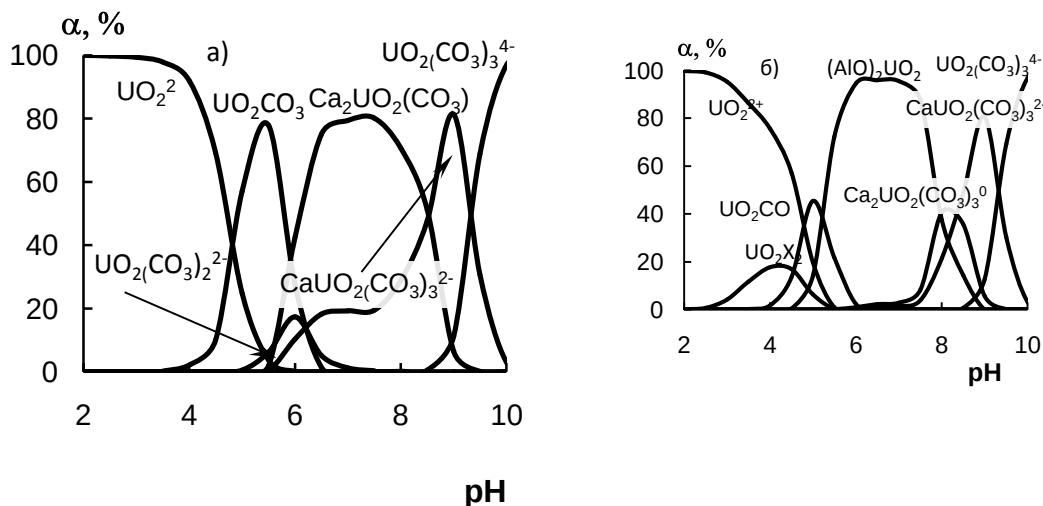


Рис. 1. Розподіл основних форм урану у присутності кальцію (а) і кальцію і Мн-ту (б) при $C_U = 10^{-6}$ М, $C_{Ca} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ М, $\Sigma C(\text{CO}_3) = 2,4 \cdot 10^{-3}$ М, $C_X = 1,44 \cdot 10^{-3}$ М (ізоморфне заміщення), $C_{\text{АЮН}} = 0,124 \cdot 10^{-3}$ М (бокова поверхня)

Як видно (рис. 1а), суттєвий вплив на стан U(VI) здійснюють йони Ca^{2+} у нейтральній та слабо лужній області pH: спостерігається утворення змішаних (різнометальних) карбонатних комплексів – нейтрального $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_0$ ($\text{pH}_{\text{макс.}} = 7,0 \div 8,0$) та аніонного $\text{CaUO}_2(\text{CO}_3)_3^{2-}$

($pH_{\text{макс.}}=9,0$). При цьому доля дикарбонатуранільних комплексів U(VI) суттєво знижується (до 8%), а трикарбонатуранільні починають з'являтися при $pH>9,0$.

Слід зазначити, що нейтральні змішані комплекси $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^0$ ($30,70\pm 0,05$) більш стійкі[2], ніж аніонні. Тому у даній роботі розглядається вплив на форми урану тільки катіонів Ca^{2+} .

Без сумніву, важливим при міграції забруднюючих речовин у навколишньому середовищі є контакт на межі поділу тверда фаза-розчин, де в якості твердої фази виступають колоїди ГК, глинисті мінерали та ін. На рис. 1б приведений розподіл U(VI) в присутності йонів Ca^{2+} та глинистого мінералу – Мн-т. Видно, що U(VI) сорбований на мінеральних зависях в інтервалі $pH\ 5,0\div 8,0$; при $pH>8,0$ спостерігається утворення кальційуранільних форм $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^0$, $\text{CaUO}_2(\text{CO}_3)_3^{2-}$, а при подальшому підвищенні pH починає домінувати аніонна форма - $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$.

На основі проведених розрахунків проведено прогнозування форм існування урану в природній воді, враховуючи pH , концентрації йонів кальцію, гідрокарбонатів та мінеральних зависей. Для цього досліджені 2 зразки природної води (табл.1). Встановлено, що в реальних природних водах U(VI) знаходиться тільки в розчинній формі (у воді мутність невелика, а завислі речовини були відсутні) певне у вигляді карбонатних комплексів - $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^0$, $\text{CaUO}_2(\text{CO}_3)_3^{2-}$ і $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ (рис.1 а).

Таблиця 1 Показники природних вод, що використовувались для дослідження форм U(VI)

Показники якості	Реальні зразки природної води	
	р.Дніпро	р.Десна
Лужність, мг-екв/дм ³	3,3	4,4
Жорсткість, мг-екв/дм ³	3,8	4,5
Ca^{2+} , мг-екв/дм ³	3,1	3,3
Мутність, мг/дм ³	1,5	1,9
Колірність, град	22,0	13,0
Сухий залишок, г/дм ³	0,275	0,285
Уран(VI), мкг/дм ³	0,6	0,9
pH	8,1	8,2

Отже форми U(VI) на рівні природних концентрацій визначаються фізико-хімічними характеристиками водних середовищ: природою та концентрацією комплексоутворюючих лігандів, мінеральних та органо-мінеральних зависей, pH води, концентрацією йонів кальцію та іншими факторами. Враховуючи концентрацію U(VI), наявність гідрокарбонатів та pH можна припустити, що у реальних зразках води за відсутності мінеральних зависей незалежно від солевмісту, в області $pH>6$ він буде знаходитись у вигляді розчинних частинок, переважно карбонатних комплексів.

Перелік посилань:

1. Kohler M., Curtis G.P., Kent D.B., Davis J.A. Experimental investigation and modeling of uranium(VI) transport under variable chemical conditions // Water Resources Research. – 1996. – V. 32, N 12. – P. 3539–3551.
2. Lefevre G., Noinville S., Fedoroff M. Study of uranyl sorption onto hematite by in situ attenuated total reflection-infrared spectroscopy // J. of Colloid and Interface Sci. – 2006. – Vol.296, №2. – P.608–613.

УДК 628.316.12

ПОПЕРЕДНЯ ОЧИСТКА ДРЕНАЖНИХ ВОД ЗІ ЗВАЛИЩ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОФЛОТООКАГУЛЯЦІЇ

магістрант Прекрасна Є. П.

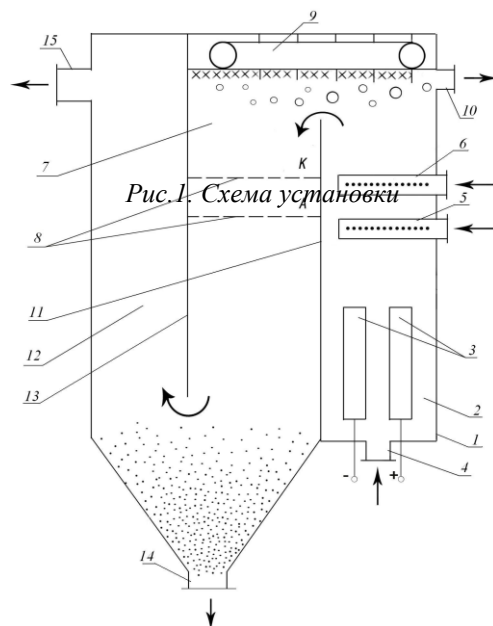
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Фільтрат зі звалищ твердих побутових відходів відноситься до особливо забруднених та екологічно небезпечних стічних вод з високим вмістом мінеральних та органічних речовин. Для його очистки широко застосовують баромембранні методи. Основною перешкодою для достатньо ефективного застосування цих методів є органічна складова фільтрату, яка утворює гелеподібні шари на мембранній поверхні та призводить до різкого зниження питомої продуктивності мембрани [1, 2]. Відповідно, передмембранна очистка є досить важливою частиною загального очисного процесу, а вдосконалення її методів є актуальним.

Для передмембранної очистки пропонується електрофлотокоагуляційний метод.

Для проведення очистки була сконструйована установка (рис.1), що містить електрокоагуляційну камеру 2, електрофлотаційну камеру 3, відстійну камеру 12, розчинні електрооди 3, нерозчинні електрооди 8, шламозбірник 14, аератор 6, скребковий транспортер 9 та патрубок для відведення піни 10. До установки через патрубок 4 подавався фільтрат, а через патрубок 5 задля уникнення отруєння електроодів, подавалась водопровідна вода. Загальне співвідношення фільтрату до водопровідної води в установці становило 1:1. Очищений стік відводився патрубком 15.

В якості розчинних електроодів використовували алюміній, в якості нерозчинних електроодів - залізний катод та окисно-кобальтовий анод на титановій основі. Обробка фільтрату проводилась при різних густинах струму на розчинних електродах – 0,001; 0,003; 0,004; 0,006; 0,007 А/см², що відповідає виділенню 84, 168, 252, 336, 420 Al³⁺ мг/дм³. Для оцінки ефективності очистки визначалось хімічне споживання кисню (ХСК) біхроматним методом та кольоровість за біхроматно-кобальтовою шкалою. При аналізі брались до уваги очищений стік та утворена в процесі очистки піна. Результати дослідження представлені на рис. 2.



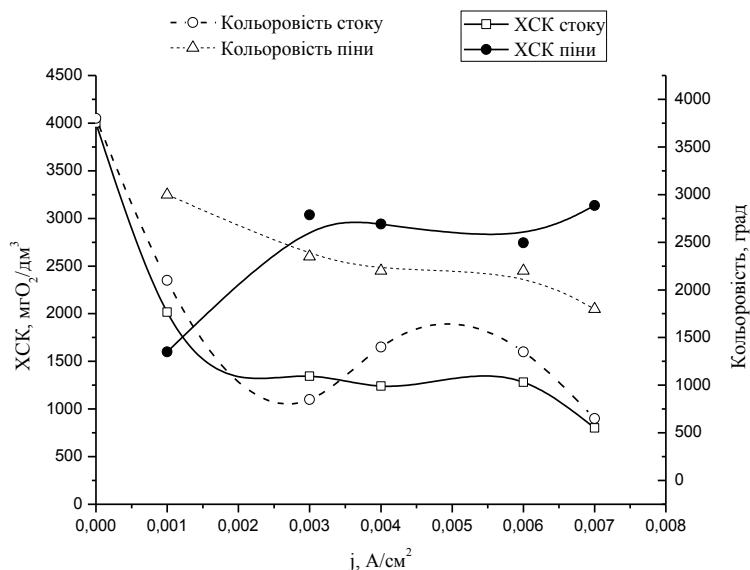


Рис. 2. Залежність зміни ХСК та кольоровості очищеного стоку та пінної фракції від дози Al^{3+} мг/дм³.

Як видно з рис. 2. при збільшенні дози коагулянту значення ХСК та кольоровості зменшуються. Максимальний ступінь очистки складає 80 % по ХСК і 82,9 % по кольоровості. Прогнозувалось, що з підвищенням сили струму ХСК пінної фракції зростатиме. Це підтвердилось під час експерименту: при концентрації коагулянту $84 Al^{3+}$ мг/дм³ ХСК пінного конденсату складає $1600 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а при $168 Al^{3+}$ мг/дм³ – $3036 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Подальше збільшення концентрації коагулянту не призвело до суттєвої зміни значення ХСК піни. Зі збільшенням густини струму підвищується інтенсивність флотації. Відповідно, збільшується і об'єм пінного конденсату. Так, об'єм пінної фракції збільшувався з $0,3 \text{ дм}^3$ при густині струму $0,001 \text{ А/см}^2$ до $3,5 \text{ дм}^3$ при густині струму $0,007 \text{ А/см}^2$.

Найбільш оптимальним показником очистки є концентрація коагулянту $168 Al^{3+}$ мг/дм³, оскільки при подальшому введенні коагулянту суттєвого зниження показників ХСК та кольоровості не відбувається. При цьому значення ХСК змінюється складає 66,4 %, а по кольоровості – 77,6 %, а об'єм пінного конденсату становить $0,5 \text{ дм}^3$.

Перелік посилань:

1. Гончарук В.В., Балакина М.Н., Кучерук Д.Д. // ХТВ.- 2010.- 32, № 3.- С. 300-308.
2. M. Sng, M.Podhola, T.Patocka, Z.Honzajkov6, P.Kocurek, M.Kubal, M.Kuras. The effect of humic acids on the reverse osmosis treatment of hazardous landfill leachate // Journal of Hazardous Materials 207–208 (2012) 86–90

УДК 676.18

ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СОЛОМИ СОРГО БАГАТОРІЧНОГО У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ

магістрант Когутенко Н.А., к.х.н. Барбаш В.А., к.т.н. Дейкун І.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для виробництва паперу і картону в якості основної сировини використовуються волокнисті напівфабрикати (ВНФ) із деревини та недеревної рослинної сировини [1]. Одним із представників недеревної рослинної сировини є сорго багаторічне, яке характеризується високою щорічною продуктивністю зеленої маси.

Мета роботи — одержання ВНФ із сорго багаторічного нейтрально-сульфитним способом делігніфікації та використання у композиції паперу.

Для проведення лабораторних варінь стебла сорго багаторічного відділялися від листя і подрібнювалися до розмірів 15-20 мм. Дослідами встановлено, що вміст лігніну в сировині становить 17,5 % від маси абсолютно-сухої сировини.

Нейтрально-сульфитні варіння соломи сорго багаторічного проводили в кислотостійких автоклавах в гліцериновій бані за співвідношення у варильному розчині $\text{Na}_2\text{SO}_3:\text{Na}_2\text{CO}_3$ - 5:1. Вміст загального SO_2 складав 27 г/дм³, температура варіння - 180 °С, тривалість - 60 хв. За досліджених умов варіння, ВНФ мав наступні характеристики: вихід - 59,84 %, вміст залишкового лігніну - 2,49 % від маси абсолютно-сухої сировини, міцність на розрив - 9774 м, міцність на злам при багатократних перегибах - 485 ч.п.п., опір продавлювання - 488 кПа, опір роздиранню - 540 мН.

Одержаний нейтрально-сульфитний ВНФ із сорго багаторічного було використано для отримання лабораторних відливок паперу для гофрування в композиції з макулатурою марки МС-5Б-3. Зразки паперу виготовлялися масою 125 г/м² не проклеєними різного композиційного складу з попереднім розмелюванням волокнистої маси до ступеня млива 35 ± 2 °ШР.

Результати досліджень показали, що використання нейтрально-сульфітної целюлози із сорго багаторічного в композиції з макулатурою марки МС-5Б-3 в кількості 75 % від маси абс. сухої сировини дозволяє одержати папір для гофрування марки Б1, а в кількості 50 % – марки Б2, який відповідає усім вимогам ГОСТ 7377-85.

Нейтрально-сульфітну целюлозу, одержану ступеневим варінням з концентрацією 30 г/дм³, тривалістю 60 хв при температурі 120 °С і 30 хв при температурі 180 °С з виходом 62,75 % і вмістом залишкового лігніну - 2,49 % вибілювали без використання шкідливих хлорвмісних сполук за схемою Q-П-К: де Q – обробка недеревної целюлози трилоном Б; П – пероксидне вибілювання з витратами H₂O₂ 3 % від маси абс.сух. сировини; К- кислотування. Після вибілювання білість целюлози склала 84 %.

Практичну придатність одержаної вибіленої целюлози випробувано у виробництві офсетного паперу. Зразки паперу виготовлялися масою 70 г/м² з розмеленої маси до ступеня млива 35±2 °ШР з різним співвідношенням у композиції сульфатної хвойної целюлози і целюлози із сорго багаторічного. Встановлено, що використання в композиції офсетного паперу 30 % вибіленої нейтрально-сульфітної целюлози дозволяє одержати лабораторні зразки офсетного паперу №2 марки А згідно ГОСТ 9094-89.

Проведені дослідження показали, що ВНФ, одержані нейтрально-сульфітним способом делігніфікації з соломи маловивченої рослини – сорго багаторічного можуть бути використані у виробництві паперу для гофрування та офсетного паперу.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навч. пос. - К.: ЕКМО, 2008. - 425 с.

УДК 676.18

МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

студентка Нікітюк Ю.Я., проф., к.х.н. Барбаш В.А.,

к.т.н. Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Целюлозно–паперова промисловість є важливою галуззю народного господарства, що задовольняє потреби населення у картонно-паперовій продукції і сировині для інших галузей промисловості. Для виробництва паперу та картону використовують целюлозу, яку одержують різними способами варіння деревини та недеревної рослинної сировини. Для розуміння процесів, що проходять під час варіння целюлози необхідно знати анатомо–морфологічну будову рослин.

Метою даної роботи було дослідження мікроскопічної будови таких відносно нових для целюлозо-паперової промисловості рослин, які розглядаються вченими в якості альтернативної сировини для виробництва целюлози, як: міскантус, елевсіна, свербіга, сорго багаторічне і соняшник.

Препарати рослинної сировини для мікроскопічного дослідження готувались наступним чином: стебла сировини спочатку подрібнювали до розмірів 30 – 70 мм і кип'ятили упродовж 10 – 30 хвилин у 1,0 %-му розчині гідроксиду натрію. Потім волокнисту масу промивали дистильованою водою і розміщували на предметному склі.

Для мікроскопічних досліджень використовували мікроскоп марки М-10, який призначений для дослідження прозорих об'єктів у світлі, що проходить, та дозволяє вивчати об'єкти при різних збільшеннях у межах від 56- до 600-кратного. З метою полегшення процесу розпізнавання анатомічних елементів рослинної сировини волокнисту суспензію на предметному склі обробляли різними розчинами, зокрема хлорцинкйодом (реактив Херцберга). Розчин хлорцинкйоду готували відповідно до ГОСТ 7500-85. Діагностичні ознаки клітин вивчених представників недеревної рослинної сировини наведено у таблиці.

Діагностичні ознаки клітин недеревної рослинної сировини

Діагностичні ознаки	Особливості структури	Недеревна рослинна сировина							
		Міскантус	Елевсіна	Сорго багаторічне	Свербіга	Соняшник	Солома пшенична	Рис	кукурудза
1. Судини									
Ширина судуд	Широкі, в 8 – 10 раз ширше волокон Вузькі та середні, в 2 – 4 та 5 – 7 раз ширше волокон	+							
		+	+		+	+	+		+
Довжина судуд	Середні – до 700 мк Довгі – вище 700мк	+							+
Структура	3 порами	+				МП			+
Кінці судин	Овальні	+	МП		+				+
Форма пор	Овальні Круглі				+				+
		+			+				+
Розташування пор	По всій поверхні	+			+				+
Особливі судини	Спіральні Кільцеві			+	+		+	+	+
2. Епітеліальні клітини									
Форма клітин	Пилочки двосторонні Пилочки односторонні Мало помітна пилкоподібність	+	+	+			+	+	+
			+		+	+	+	+	+
3. Паренхимні клітини									
Форма клітин	Кругла Подовжена	+	+		+	+	+	+	ВО
		+	+	+	+	+	+	+	
Структура поверхні	Гладка Штрихована	+	+	+	+	+	+		
							+		
Середній розмір	3 порами Дрібні – до 25 мк Крупні – до 50 мк		+				Р		
Розташування клітин	Крупні –100 та вище Окремі клітини Групи клітин	+	+	+	+	+	+	Р	+
		+						+	+
4. Волокна лібриформу									
	Спіралеподібні	+					+		
	Стрічкоподібні	+	+	+	+	+	+	+	+

МП – мало помітні елементи; Р – зустрічається рідко; ВО – визначаюча ознака

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

«МАШИНИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

1. Швед М.П., Войцеховська Є.М. ПРОЦЕС ЕКСТРУЗІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ВИРОБІВ ІЗ СПІНЕНИХ	5
2. Корінчук Д. М., Захлебняк М. В., Степанюк Ю. М. ВИБІР СОРБЕНТУ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ	7
3. Швед М.П., Рудакова В.А. ПРОЦЕС ЕКСТРУЗІЇ ПІНОПОЛІМЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВТОРИННИХ	9
4. Корінчук Д. М., Степанюк Ю. М., ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СОРБЕНТУ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТИ	11
5. Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю., Фесич І.С. ВИЛУЧЕННЯ ПАР З ЛУЖНИХ РОЗЧИНІВ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОЮ КЕРАМІЧНОЮ МЕМБРАНОЮ	13
6. Кукоба С.В., Рябцев Г.Л. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КОНТАКТНОЇ МЕМБРАННОЇ ДИСТИЛЯЦІЇ	15
7. Серебрянський Д.О., Плашихін С.В., Захаров О.О. ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ НЕОДНОРІДНИХ ГАЗОВИХ СИСТЕМ В ЦИКЛОФІЛЬТРІ	17
8. Швед М.П., Швед Д.М., Резнік Р.Ю. ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ПЛАВЛЕННЯ ТА ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРУ В ДИСКОВОМУ ЕКСТРУДЕРІ	19
9. Корнієнко Я. М., Мельник М. П. ГІДРОДИНАМІКА У АПАРАТАХ З ВИСОКИМ ШАРОМ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ОДЕРЖАННІ ГУМІНОВО- МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	21
10. Нагорний О.В., Смілян І.О., Степанюк А.Р. АНАЛІЗ ПОДРІБНЮЮЧИХ АПАРАТІВ УДАРНОЇ ДІЇ БЕЗ РОЗВИНЕНОЇ СЕПАРАЦІЇ	23

11. Подолянець В. А., Смілян І.О., Степанюк А.Р. ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ ДИСПЕРСІЙНИХ СИСТЕМ	25
12. Степанюк А.Р., Кучеренко І.В., Карпенко О.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИЛУЧЕННЯ ГУМІНОВІСНИХ РЕЧОВИН З ТОРФУ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ІНЕРАЛЬНО-ГУМІНОВИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТІВ	27
13. Корнієнко Я. М., аспірант Гулієнко С.В. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МЕМБРАН	29
14. Дубовкіна І.О., Целень Б.Я. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВІВ МЕХАНІЗМІВ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ СИСТЕМ	31
15. Рубльов А.В. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ БЕЗПЕКИ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД	32

СЕКЦІЯ 2

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

16. Городніченко Є.С., Снежкін Ю.Ф., Зубрій О.Г., Петрова Ж.О. ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ КАПЛЯРНО-ПОРИСТИХ КОЛОЇДНИХ ТІЛ	34
17. Голубок Д.С., Зубрій О.Г. РОЗПИЛЮВАЛЬНИЙ МЕТОД ВИСУШУВАННЯ РІДИННИХ МАТЕРІАЛІВ	36
18. Сімороз Д.О., Снежкін Ю.Ф., Степанюк А.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ НОВИХ КАРОТИНОВІСНИХ ПРОДУКТІВ	38
19. Андреєв І.А., Ан Г.Ю. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СУМІШІ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОНУ	40
20. Безушко Н.А., Зубрій О.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ У РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ	42

- 21. Андреев І.А., Валуйскова С.С.**
УДОСКОНАЛЕННЯ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ 44

СЕКЦІЯ 3

«ОБЛАДНАННЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ І ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛОДИЛЬНИХ І ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

- 22. Дмитрієв, Ільєнко Б.К., Гета В.В.**
ПРОЦЕС УЛЬТРАСЕЛЕКТИВНОГО ПРОЛІЗУ РІДКИХ
НАФТОВИХ ФРАКЦІЙ 47
- 23. Троценко Л.М., Зуй К.О.**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ
ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ НАГРІВУ ЗМЕРЗЛИХ ВАНТАЖІВ 49
- 24. Андреев І.А., Комкіна Н. В.**
ЗМІШУВАННЯ СУМІШІ І ОРІЄНТАЦІЯ ДИСПЕРСНОЇ
АРМАТУРИ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОННИХ ТРУБ 51
- 25. Шпиль М.О., Ільєнко Б.К.**
ПРОЦЕС ПИЛЄВЛОВЛЕННЯ В СИСТЕМАХ АСПІРАЦІЇ ЦЕХІВ
АНОДНОЇ МАСИ АЛЮМІНІЄВИХ ВИРОБНИЦТВ 53
- 26. Богатир А. С., Троценко Л. Н.**
ОБПАЛЮВАЛЬНА ПІЧ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВАПНА 55
- 27. Луценко І.В., Троценко Л. Н.**
ПЕРСПЕКТИВИ ПОЛІПШЕННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА В
ОБЕРТОВІЙ ПЕЧІ ДЛЯ ОБПАЛУ ВАПНА 57
- 28. Негода О.А., Собченко В.В.**
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ
ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ В ВИХРОВОМУ АПАРАТІ
КОНІЧНОЇ ФОРМИ 59
- 29. Орайло О.Г., Собченко В.В.**
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ 61
- 30. Снежкін Ю.Ф . Зубрій О.Г., Фільова М.Р.**
СУШІННЯ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ ТІЛ 63
- 31. Герич О.С., Ракицький В.Л., Собченко В.В.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ
ВИРОБНИЦТВІ ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ 65

СЕКЦІЯ 4

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

32. Куріченко О.Ю., Семінський О.О. МАТЕМАТИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ВОЛОКНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ В ПУЛЬСАЦІЙНИХ МЛИНАХ	68
33. Улітько Р.М., Галстян А.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕГІДРАТАЦІЇ КРИСТАЛІЧНОГО БІШОФІТУ	70
34. Марчевський В.М., Котляр К.М. ДО КІНЕТИКИ БІОГАЗОВОГО ПРОЦЕСУ	72
35. Семінський О.О., Черепанов М.С. МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ВОЛОКНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ	74
36. Баранович С.О., Тихомиров О.М., Семінський О.О. ФОРМУВАННЯ ПОЛОТНА НА СІТКОВИХ ЧАСТИНАХ ПРМ І КРМ	76
37. Гробовенко Я. В., Марчевський В. М. ПРОЦЕС СУШІННЯ НАПОВНЮВАЧА ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА (ДІОКСИДУ ТИТАНУ TiO_2)	78
38. Марчевський В.М., Прокоп'єв М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ	80
39. Семінський О.О., Мигаль О.В. ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС КАЛАНДРУВАННЯ ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	82
40. Марчевський В.М., Мельник О.П., Макаренко А.А. ГАРЯЧИЙ ВАЛ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА	84

СЕКЦІЯ 5

«Екологія та технологія рослинних полімерів»

41. О.М. Мовчанюк, Д.В. Єльсукова, Т.О. Коцько ПІДВИЩЕННЯ БІЛОСТІ ПАПЕРУ З МАКУЛАТУРИ	87
42. Мовчанюк О.М., Плосконос В.Г., Коцько Т.О., Єльсукова Д.В. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ	

ВИКОРИСТАННЯ УПАКОВКИ ДЛЯ РІДКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ДОДАВАННЯМ ХІМІЧНИХ ДОПОМІЖНИХ РЕЧОВИН	88
43. Сидор В.Й., Швець А. М., Черьопкіна Р. І. ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ	89
44. Дрозд К., Бєлінська О., Задніпрянець Ю., Сосновчик С., Капелька В., Кравченко В., Плосконос В.Г., Черьопкіна Р. І. ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ	90
45. Семенюк А.В., Алушкін С.В., Утченко Р.Є., Барбаш В.А., Трембус І.В. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПРЕДСТАВНИКІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	92
46. Нікітюк Ю., Ткаченко Ю., Бочок В., Паньковець С., Лобова С., Черьопкіна Р.І. ДО ПИТАННЯ НАТРОННОЇ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ СОЛОМИ РІПАКУ	94
47. Гнап К.О., Носачова Ю.В. СОРБЦІЯ ІОНІВ Cr (VI) ТА As (V) ОКСИГІДРАТАМИ СКЛАДУ $M_xAl_{1-x}O_y \cdot nH_2O$, ДЕ М - Zr (IV), Ti (IV), Sn (IV)	96
48. Хиль К.М. ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВСТАНОВЛЕННЯ ФОРМ ЗНАХОДЖЕННЯ УРАНУ (VI) В ПРИРОДНИХ ВОДАХ	98
49. Прекрасна Є. П. ПОПЕРЕДНЯ ОЧИСТКА ДРЕНАЖНИХ ВОД ЗІ ЗВАЛИЩ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОФЛОТООАГУЛЯЦІЇ	100
50. Когутенко Н.А., Барбаш В.А., Дейкун І.М. ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ СОЛОМИ СОРГО БАГАТОРІЧНОГО У ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРУ	102
51. Нікітюк Ю.Я., Барбаш В.А., Трембус І.В. МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.	104

Підписано до друку 04.05.2012 р. Формат 60х90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 4,6
Друк різнограф. Тираж 100 прим. Зам. № 0705/01.

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