

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

**Інститут технічної теплофізики НАН України
Інститут Газу НАН України
Грузинський технічний університет**

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

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

23-25 квітня
Київ 2018

УДК 66

ББК 35.11я43

Р 43

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (23-25 квітня 2018 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 153 с

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

**"РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ"**

Рекомендовано до друку
Радою молодих вчених
Інституту технічної
теплофізики
НАН України
Протокол № 2
від 20 квітня 2018 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 6
від 14 квітня 2018 р.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Киричок П.О.** д.т.н., проф., проректор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» з науково-педагогічної роботи, голова програмного комітету конференції
- Корнієнко Я. М.** д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету, заступник голови програмного комітету конференції
- Снежкін Ю. Ф.** д.т.н., заступник директора Інституту технічної теплофізики НАН України
- Ільєнко Б. К.** к.т.н., Вчений секретар Інституту Газу НАН України
- Шматок О. І.** к.т.н., голова Ради молодих вчених Інституту технічної теплофізики НАН України
- Корінчук Д. М.** к.т.н., Провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України
- Коптюх Л. А.** д.т.н., проф. кафедри товарознавства та митної справи Київського національного торговельно-економічного університету
- Какубава Реваз (Івері) В.** д.т.н., професор Грузинського технічного університету
- Надейко О.В.** Начальник головного управління перспективного розвитку Білоруського державного концерну по нафті і хімії

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

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

СЕКЦІЯ 1

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

Рідка фаза через трубку 4 подається у внутрішню частину механічного диспергатора 1 який обертається з заданою частотою. За рахунок поверхневого натягу та відцентрової сили на внутрішній поверхні утворюється плівка яка рухається в зону більшого діаметру. Отвори на поверхні диспергатора дозволяють частково відводити рідку фазу для збільшення розмірів зони зрошення із зовні диспергатора, а відбійні кільця в свою чергу розбивають джгути рідини, що утворюються на зовнішній поверхні диспергатора.

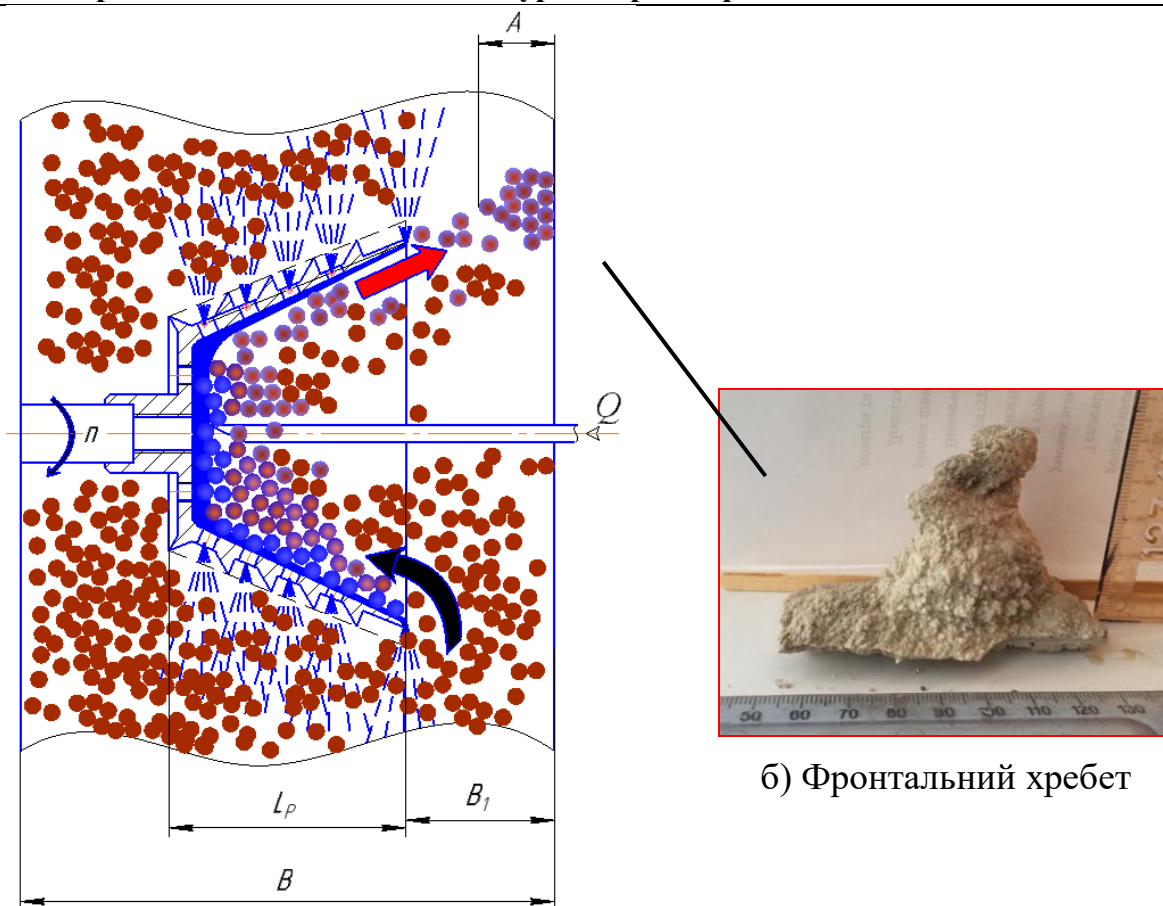
При обертанні диспергатора проти годинникової стрілки з лінійною швидкістю крайки диспергатора $w_1 = 9$ м/с, траєкторія руху гранул наведена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Фотофіксація руху гранул у внутрішній частині диспергатора

В умовах проведення процесу гранулоутворення при зневодненні рідких систем у псевдозрідженому шарі встановлено, що в нижню частину, всередину диспергатора надходить потік гранул. Перший шар, що безпосередньо контактує з внутрішньою поверхнею диспергатора інтенсивно зміщується та змочується контактуючи з шаром рідини що плівкою рухається по внутрішній поверхні диспергатора і потім викидається під дією відцентрової сили у верхню площину, рисунок 3.

Наявність близько розташованих стінок апарата призводить до утворення нашарованих агломерацій на стінці апарата.



а) Модель змочування гранул в апараті

Рисунок 3 – Фізична модель змочування гранул у внутрішній частині механічного диспергатора

Отже застосування механічного диспергатора дозволяє створити інтенсивну горизонтальну циркуляцію зволжених гранул і виникає необхідність створення відповідної технологічної зони в камері гранулятора та дозволяє застосувати цей тип диспергатора для введення композитних систем при реалізації процесів грануляції.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М., Любека А.М. Обґрунтування фізичної моделі гідродинаміки в апараті з щільним газорозподільним пристроєм / "Інновационные энерготехнологии" - Одесса, Украина, 2014, с. 7-10.

ПОТУЖНІСТЬ У РОТОРНОМУ ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Через складність течії рідини в роторному плівковому апараті складно створити теоретичну модель яка б адекватно описувала гідродинаміку, тепло та масообмін та інші процеси, що не дозволяє провести достатньо точний розрахунок роторного апарата. Однією з гідродинамічних величин РПА є потужність, яка витрачається на розподілення, перемішування рідини лопатями ротора, подолання сил тертя в ущільненнях, опорах на ін. [1]. Потужність є важливою характеристикою роторного плівкового апарата для вибору приводу і крім того може бути використана для опису процесів переносу в плівці рідини [2].

Дослідження потужності проводилися на експериментальній скляній установці роторного плівкового апарата з шарнірним кріпленням фторопластових лопатей.

Результати дослідження показано у вигляді залежності потужності від кутової швидкості на рис. 1.

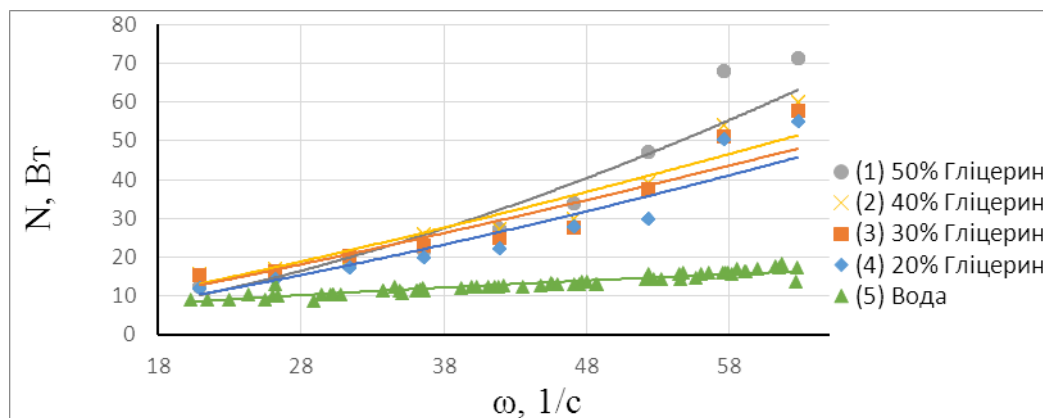


Рисунок. 1 - Залежність потужності N від кутової швидкості ω для 50% гліцерину (1), 40% гліцерину (2), 30% гліцерину (3), 20% гліцерину (4) та води (5)

Як видно з рис. 1 кутова швидкість показує значний вплив на величину потужності. Також був оцінений вплив витрат рідини на потужність.

На основі отриманих результатів експерименту була встановлена залежність коефіцієнта потужності від відцентрового критерію Рейнольдса при постійних величинах $Re_{пл}$ (рис. 2).

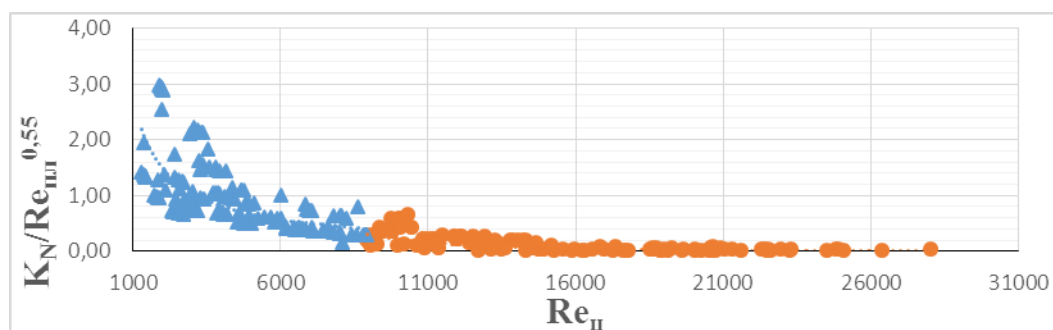


Рисунок 2 - Залежність коефіцієнта потужності K_N від відцентрового критерію $Re_{ц}$

На основі дослідних даних було запропоноване узагальнююче рівняння у вигляді:

$$K_N = 1,02 \cdot 10^6 \cdot Re_{ц}^{-1,86} \cdot Re_{пл}^{0,55};$$

де $K_N = \frac{N}{\omega^2 \cdot \rho \cdot D^4 \cdot h}$ - коефіцієнт потужності;

$Re_{ц} = \frac{\omega D^2}{\nu}$ – відцентровий критерій Рейнольдса;

$Re_{пл} = \frac{4\Gamma}{\nu}$ - плівковий критерій Рейнольдса;

N – потужність на переміщення рідини в апараті, ω – кутова швидкість, ρ - густина рідини, D – діаметр апарата, h - висота робочої поверхні апарата, ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості, $\Gamma = \frac{V}{\pi D}$ – густина зрошення поверхні апарата, V – витрати рідини.

Перелік посилань:

1. Антипов С. Т. Машины и аппараты пищевых производств, учеб. для вузов. В 2 кн. / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков др.; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2009. Кн. 1610 с.
2. Василюк И.М., Сабуров А.Г. Роторные пленочные аппараты в пищевой промышленности.- М.: Агропромиздат, 1989. -136 с.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІСТИРОЛУ
БЛОЧНИМ МЕТОДОМ З РОЗРОБКОЮ ПІДГРІВАЧА СТИРОЛУ,
РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРИЗАТОРА ТА ОХОЛОДЖУВАЧА**

студентка Борисенко А. С., к.т.н., доц Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Полістирол – продукт полімеризації стиролу (вінілбензола) відноситься до полімерів класу термопластів. Це жорсткий, крихкий, аморфний полімер з високим ступенем оптичного світлопропускання, невисокою механічною міцністю, випускається у вигляді прозорих гранул циліндричної форми [1].

Полістирол має низьку щільність (1060 кг / м^3), термічну стійкість (до 105° C), усадка при литтєвій переробки 0,4-0,8%. Полістирол володіє відмінними діелектричними властивостями і непоганий морозостійкістю (до -40° C). Має невисоку хімічну стійкість (крім розбавлених кислот, спиртів і лугів). Для поліпшення властивостей полістиролу його модифікують шляхом змішування з різними полімерами - піддають зшивання, таким чином отримуючи сополімери стиролу [1].

Широке застосування полістиролу (ПС) і пластиків на його основі базується на його невисокій вартості, простоті переробки і величезному асортименті різних марок. Найбільш широке застосування (понад 60% виробництва полістирольних пластиків) отримали удароміцні полістироли, що представляють собою сополімери стиролу з бутадієновий і бутадієн-стирольним каучуком [1].

Метою модернізації є вдосконалення апарата для перемішування, в якому встановлена додаткова мішалка, яка потрібна для забезпечення постійної потужності під час перебігу процесу. Запропоноване технічне рішення дозволить зменшити витрати на перемішування та збільшити коефіцієнт корисної дії [2].

Апарат для перемішування містить корпус 1, кришку 2, обичайку 3, якірної мішалку 4, вивантажувальний патрубок 5, еліптичне днище 6, шнека 7, рухомої мішалки 8, тяги 9, валу 10, холодильної оболонки 11, завантажувальний штуцер 12 [2].

На рисунку 1 зображено загальний вид апарата для перемішування.

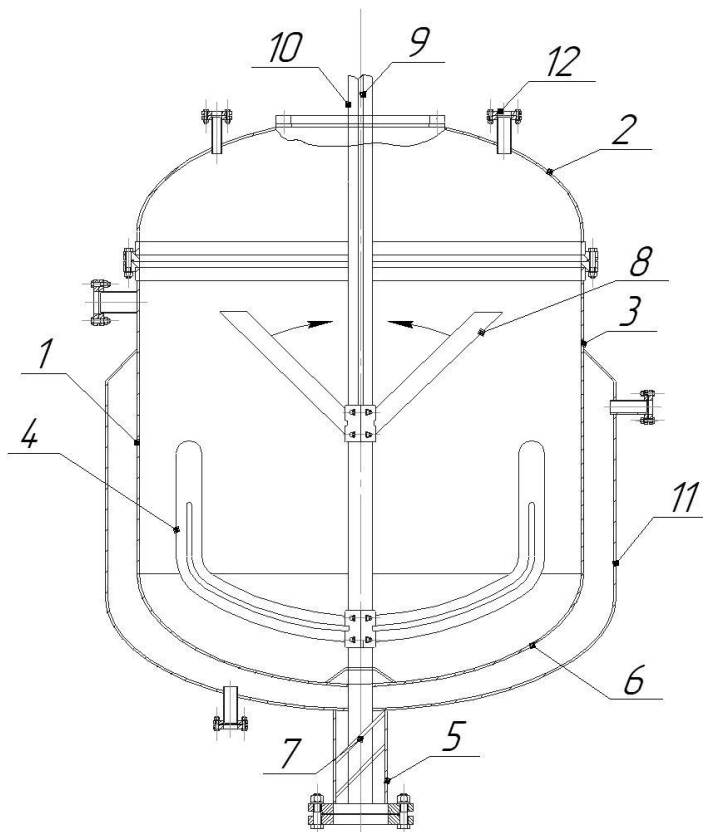


Рисунок 1 – Загальний вигляд апарата для перемішування

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для перемішування, який містить корпус, обичайку, еліптичне днище, кришку, патрубок вивантаження і якірну мішалку, торець валу, встановлюється додаткова рухома мішалка для забезпечення постійної потужності під час перебігу процесу при цьому змінюється в'язкість [2].

Перелік посилань:

1. <http://granula.at.ua/publ/1-1-0-3> від 14.03.2018
2. Заявка 201802613 Апарат для перемішування / А. С. Борисенко, А. Р. Степанюк; заявник А. С. Борисенко – № у 2018 02613 ; заявл. 15.03.2018

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ ПРИ КАСКАДНІЙ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

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

Найбільш поширеною залишається одночерв'ячна екструзія. При цьому одночасно виконуються наступні операції: живлення, стискання, плавлення твердого полімеру, змішування, створення тиску та дозування розплаву. Всі названі процеси тісно пов'язані між собою і виконуються в черв'ячному екструдері одним робочим органом - черв'яком, що ускладнює можливість їх оптимізації. Така конструкція екструдера має суттєвий недолік, через наявність коливань тиску, а відповідно і продуктивності, які призводять до вимушеного встановлення завищених допусків на геометричні розміри виробів, що веде до перевитрати сировини та енергії.

Одними із найважливіших параметрів при екструзії полімерів є тиск та продуктивність на виході з екструдера для визначення яких приймаються відповідні припущення: плоско - щільовий канал, режим стаціонарний, ширина плоского каналу набагато більша його висоти. Тоді продуктивність зони дозування з таким в'язкісним насосом може бути визначена за формулою.

$$Q = \frac{U_z \cdot b \cdot h}{2} \cdot F_d - \frac{b \cdot h^3 \cdot \Delta P}{12 \cdot \mu \cdot L} \cdot F_p \quad (1)$$

В рівнянні (1) перший член характеризує величину продуктивності екструдера, а другий член – перемішуючу здатність зони дозування. Як видно із рівняння при збільшенні глибини каналу h протитечія зростає швидше чим прямиотечія, тому продуктивність знижується, а перемішуюча здатність зони дозування зростає .

Таким чином, значні коливання тиску призводять до коливань об'ємного видатку протитечії, а відповідно, і до коливань загальної продуктивності. Рішеннями проблеми може бути вдосконалення процесу дозування іншим пристроєм, продуктивність якого менш чутлива до коливань тиску як на вході так і на виході з пристрою. Останнім часом все частіше для процесів дозування використовують об'ємний шестеренний насос характерною відзнакою якого є високий внутрішній гідравлічний опір. Продуктивність такого насосу може бути розрахована за залежністю [1]:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot v \cdot n \cdot \left(R_B^2 - R^2 - \frac{t_0^2}{12} \right) - \left(\frac{\Delta P}{12 \cdot \mu \cdot L} \cdot b \cdot h^3 \pm \frac{U \cdot b \cdot h}{2} \right) \quad (2)$$

В наведеному виразі перша складова відображає теоретичну продуктивність шестеренного насосу, яка розраховується на основі теорії евольвентного зачеплення, або ж це паспортні дані заводу виробника насосу. Друга і третя складові відображають сумарні витоки через зазори між рухомими та нерухомими поверхнями шестеренного насосу.

Приймаючи до уваги, що висота каналу h в зоні дозування черв'ячного екструдера складає 5–8 мм, а в шестеренному насосі висота зазорів складає $(50–100) \cdot 10^{-3}$ мм, при приблизно однаковій загальній ширині та довжині каналів. До того ж доля протитечії в черв'ячному насосі відноситься до всього видатку насоса, а в шестеренному насосі тільки до його частини, яка складає не більше 10% від загальної продуктивності екструдера. Тому гідравлічний опір шестеренного насосу в рази більший, ніж в черв'ячному, тобто, шестеренний насос практично не чутливий до коливань тиску як на вході так виході з насосу, забезпечуючи стабілізацію продуктивності на виході екструдера.

Перелік посилань:

1. Раувендааль К. Выявление и устранение проблем в экструзии / К. Раувендааль, М. Д. Пилар Норьега Е., Х. Харрис; Пер. с англ, под ред. В. П. Володина – СПб.: Профессия, 2008. – 328 стр., ил.

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ У ВИРОБНИЦТВІ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

студент Гайдін Є.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Дисперсне армування бетону є сучасним напрямком покращення практично всіх його основних фізико-механічних характеристик за рахунок залучання фібр у спільну роботу з бетоном при виникненні напружень.

Через високі показники характеристик міцності при стиску фібробетонні конструкції в наш час знаходять застосування в якості стійок, опор, колон, стовпів і т. і.

У випадку віброекструзійного формування прямокутних у поперечному перерізу стовпчиків запропоновані конструкції, які забезпечують підвищення швидкості плинущі суміші у кутових зонах роздавального вікна і, відповідно, покращення якості виробів за рахунок зменшення різниці в об'ємній витраті суміші різних ділянок роздавального вікна (патенти України №№ 98351 U, 102667 U).

Для забезпечення переважно поздовжньої орієнтації дисперсної арматури при формуванні круглих у поперечному перерізі стовпчиків всередині бункера віброекструдера встановлюється направляючий пристрій з можливістю переміщення його по висоті і фіксації на стінках бункера в заданому положенні (патент України № 117267 U).

Корозійне стійкі опори підвищеної несучої спроможності виконуються у вигляді трубчатої оболонки з полімерного композиційного матеріалу, які заповнюються фібро бетонною сумішшю (патент РФ № 175705 U1).

При виготовленні плоских плит вважається раціональним виконувати їх з різною кількістю фібрової арматури зовні і всередині залежно від призначення виробів (патент України № 93498 U, патенти РФ № 177130 U1, 2595020 C2).

Особливої популярності в якості дисперсної арматури набули базальтові фібри. Як показали результати досліджень, проведених вченими Інституту проблем матеріалознавства НАН України, найбільш ефективними, з погляду корозійної стійкості й економічності, для дисперсного армування бетонів є грубі базальтові волокна діаметром більш 50 мкм. Такі волокна не знижують своєї міцності в лужному середовищі портландцементу, що твердіє, а порівняно з металевими фібрами в 5–10 разів дешевше. Ці переваги грубих базальтових волокон у сполученні з високою міцністю на розрив (150–400 МПа) свідчать про доцільність і перспективність їхнього використання як дисперсної арматури.

Останні результати дослідів властивостей фібробетонів, які були проведені в Інституті електрозварки ім. Е.О.Патона НАН України, НДІСК, КНУСА і закордоном [1], підтвердили ефективність використання базальтових фібр, як найкращих з класу неметалевої дисперсної арматури.

Армування бетону грубими волокнами з тендітних матеріалів має істотну відмінність від армування тонкими мінеральними чи металевими фібрами. Зі збільшенням діаметра від 10 мкм до 100...150 мкм питома поверхня фібр зменшується на порядок, а твердість збільшується на три порядки. Для одержання задовільних показників міцності виробів необхідно істотно збільшувати в них кількість фібр. Крім того, варто враховувати, що фібри, які мають підвищену твердість, не повинні сприймати великі згинаючі і зсувні навантаження у процесі перемішування та формування.

Значного зменшення в'язкості матриці, при якому можливо здійснювати її армування грубими базальтовими волокнами при знижених водоцементних відношеннях і без використання поверхнево – активних речовин можна досягти застосуванням віброекструзійного способу формування.

Перелік посилань:

1. Влияние материала фибры на эксплуатационные свойства бетонов // Будівельний журнал. – 2012. – № 7-8 (82-83). С. 61-62.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ РОЗПЛАВУ

КОМПОЗИЦІЇ ПОЛІЕТИЛЕНУ ТА КАУЧУКУ

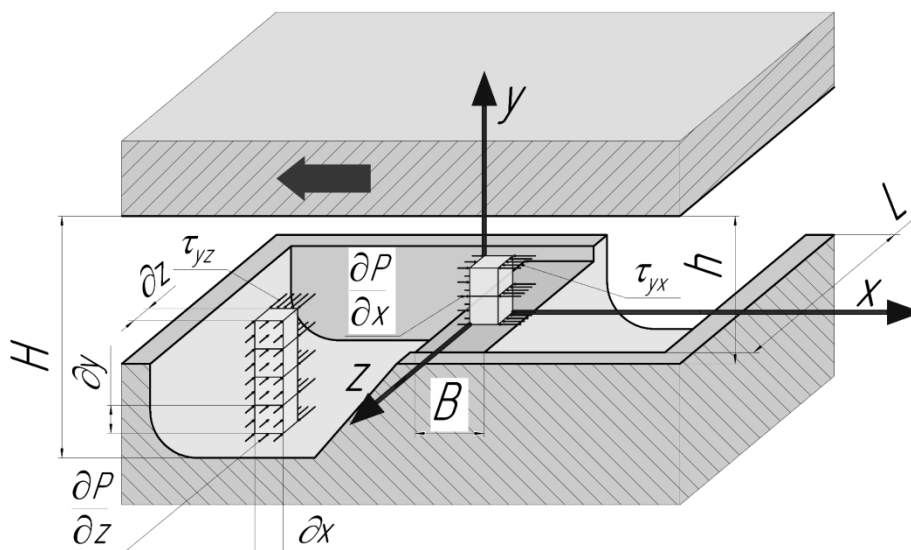
магістрант Гоцький Я.Г., ст.викл. Двойнос Я.Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Процеси змішування та диспергування при екструзії найбільше впливають на якість розплаву, слідуючи з цього і якості виробу, який буде виготовлятися. Ці процеси в загальному випадку називаються процесами гомогенізації.

Дослідженню процесу гомогенізації присвячено багато теоретичних і експериментальних робіт [1]. Для проектування нового екструзійного обладнання та дослідження цих процесів необхідно дослідити вплив основних параметрів на процес змішування, саме тому моделювання даного процесу є важливим. Схема процесу диспергуючого змішування розплаву композиції полімеру в змішувальному елементі одночерв'ячного екструдера наведено на рисунку 1.



H – глибина каналу; h – глибина зазору між корпусом та змішувальною секцією;

B – ширина робочого зазору; L – довжина каналу; ∂x , ∂y , ∂z – розміри елементарного об'єму; $\partial P / \partial x$ – градієнт тиску в поперечному напрямі;

$\partial P / \partial z$ – градієнт тиску в повздовжньому напрямі

Рисунок 1 – Геометричні умови та сили, що діють на розплав полімеру

Відоме рівняння збереження кількості руху $-\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} = 0$ перетворено до умов течії розплаву полімеру у каналах змішувального елемента Меддока $\tau_{yx(y=h)} \cdot dx \cdot dz + \tau_{yx(y=h-dy)} \cdot dx \cdot dz = \frac{\partial P}{\partial x} \cdot dy$, рівняння нерозривності в інтегральному вигляді $\int_{z=0}^{z=l} \int_{y=0}^{y=h} W_x(y) dy dz = \frac{G}{\rho \cdot n_z}$, граничні умови $\begin{cases} W_x(y=0) = 0; \\ W_x(y=h) = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}; \end{cases}$ геометричні та технологічні параметри, прийняті припущення плоско паралельної моделі та непросковзування розплаву на стінках утворюють замкнуту систему рівнянь, яку було розв'язано чисельними методами з використанням програмного середовища MathCAD, та отримано епюри швидкостей в робочих зазорах по висоті.

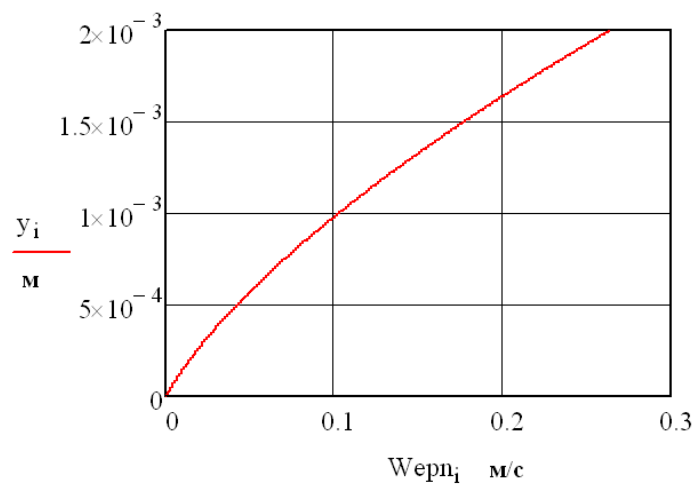


Рисунок 2 – епюра швидкості у робочому зазорі змішувального елемента

Висновок: нова методика розрахунку швидкостей в робочому зазорі дозволяє оцінити значення деформацій зсуву в розплаві, що є визначальним параметром якості змішування, а програма розрахунку – провести серію чисельних експериментів для отримання основних закономірностей впливу товщини робочих зазорів на якість змішування та перегрів розплаву.

Перелік посилань:

1. Радченко Л. Б. Сівецький В. І. Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів: Навч. посіб. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2002. – 152 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛОСКОЩІЛЬОВОЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА

студент Гребелюк І.В., ст.викл. Двойнос Я.Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Спінений полістирол активно використовуються в побуті і будівництві. Це можуть бути корпуси побутової техніки, а також посуд і утеплювальні матеріали. Цей полімер характеризується рівномірною структурою, що складається з дрібних (приблизно 0,1-0,2 мм), закритих комірок.

Виробництво листа (плити) з спіненого полістиролу передбачає стадії плавлення і нагнітання в першому екструдері; розчинення газу (спінюючий агент – фреон R22, суміш легких фреонів, або діоксид вуглецю) при високому тиску і температурі, заохолодження розплаву у другому екструдера; та формування виробу у формуючій головці.

Після головки розплав спінюється і калібрується. Механічна обробка листа передбачає різку та фрезерування в розмір.

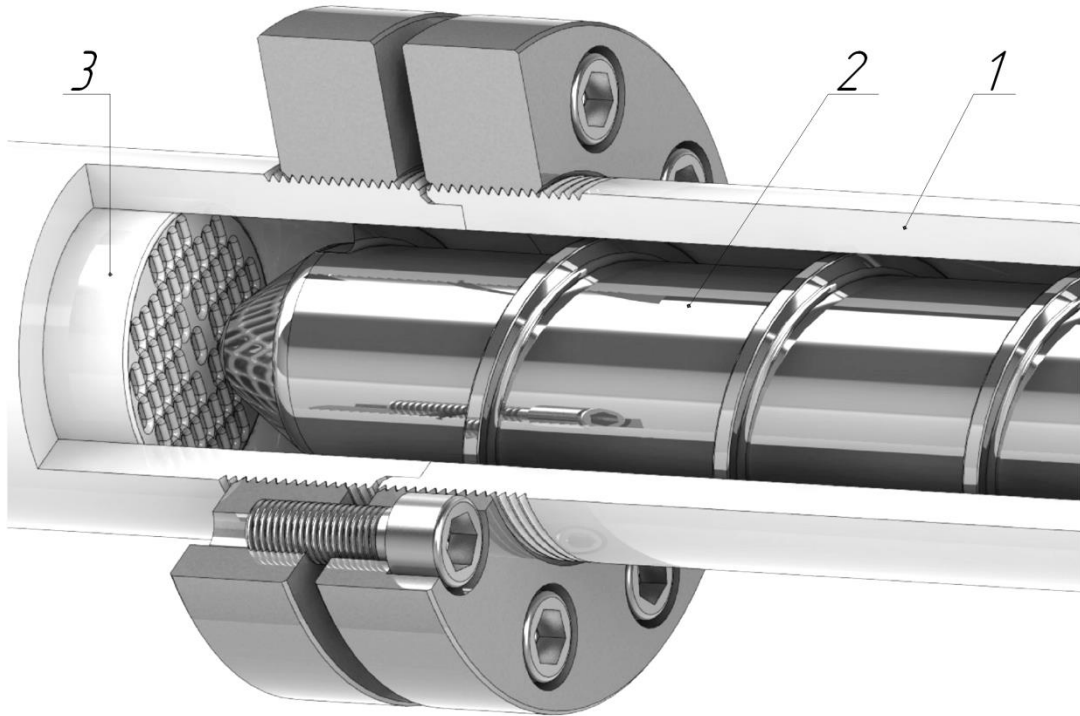
Значною проблемою процесу формування виробів з спіненого полістиролу є температурна неоднорідність, яка досягає 50 градусів по Цельсію, і викликає неоднорідність в'язкості розплаву у перерізі екструдуючого виробу та у часі. Відповідно, неоднорідність в'язкості розплаву не дозволяє забезпечити рівномірне заповнення робочих каналів формуючого інструменту.

Отримання однорідного за складом та температурою розплаву перед формуючим інструментом дозволяє отримати рівномірний за лінійною швидкістю екструдат після головки і зменшити брак, пов'язаний з геометричними розмірами листа, а також зменшити нерівномірність густини, та відповідно жорсткості листа по ширині, що позитивно впливає на споживчі властивості виробу.

З метою зменшення температурної неоднорідності розплаву пропонується

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
використати статичний змішувачий елемент у вигляді циліндричної насадки з бронзи, що містить повздовжні отвори, рисунок 1.

Запропоноване технічне рішення мало відоме і використовується, переважно на екструдерах машин литва під тиском [1] для запобігання концентраційної неоднорідності пігменту у виробі.



1 – циліндр екструдера; 2 – черв'як екструдера;
3 – насадка статичного змішувача

Рисунок 1 – Конструкція екструдера з статичним змішувачим елементом

Висновок: застосування статичного змішувачого елемента в екструдері лінії виробництва листа з спіненого полістиролу вимагає обґрунтованої, і експериментально перевіреної методики розрахунку, та чисельної перевірки ефективності її застосування, розробки рекомендацій для конструктора.

Перелік посилань:

1. http://pi.com.ua/oborudovanie_240.html від 25.03.2018.

ВПЛИВ РОЗМІРІВ ТА ФОРМИ ЯБЛУК НА ПРОЦЕС СУШІННЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ЧИПСІВ

Гусарова О.В.

**Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Булаховського, 2, м. Київ, 03164, Україна**

Процес термічного зневоднення є основним у технологічному циклі одержання фруктових чипсів і визначає якість готового продукту та енергетичні показники виробництва. Необхідно зазначити, що досушування до низького залишкового вологовмісту 6...8 % при виробництві чипсів, приводить до значного збільшення енергетичних витрат процесу та його тривалості.

Як відомо, на процес тепломасообміну та загалом на весь процес сушіння значною мірою впливають параметри сушильного агента, такі як температура, швидкість та вологовміст, а також розміри нарізки матеріалу, що зневоднюється. При сушінні яблук якість чипсів також напряму пов'язана з температурою та тривалістю процесу зневоднення. Тому при визначенні оптимальних режимів сушіння при одержанні яблучних чипсів необхідно максимально скоротити тривалість процесу зневоднення, забезпечити одержання продукту з заданими органолептичними показникам, мінімізувати енергетичні витрати.

Робота присвячена дослідженню впливу розмірів яблук на процес сушіння при одержанні чипсів, пошуку шляхів інтенсифікації процесу, розробці енергоефективної теплотехнології виробництва яблучних чипсів.

Зневоднення здійснювалося методом стадійного конвективного сушіння до кінцевого вологовмісту не більше 6 % при температурах сушильного агента 80...60 °С, швидкості – 1,5 м/с, вологовмісті – 10 г/кгс.п. Температура яблук під час сушіння не перевищувала 60 °С. Підготовлені яблука нарізали кружальцями, напівкружальцями та четвертинками завтовшки 2...3 мм, 3...4 мм і 5...6 мм та розміщували на перфоровану решітку.

Дослідження впливу розмірів та форми яблук (рисунок 1) на процес сушіння показало, що форма сировини суттєво не впливає на час зневоднення, а зменшення товщини яблук скорочує тривалість процесу. Так, зменшення

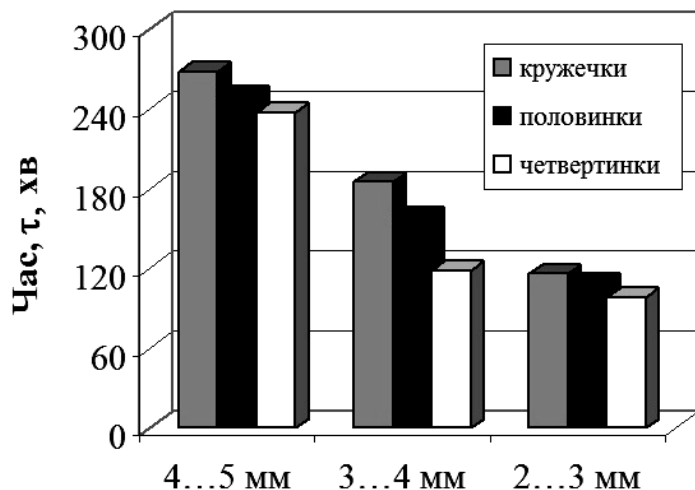


Рисунок 1 - Вплив розмірів та форми зразків на час сушіння яблук

товщини з 4...5 мм до 3...4 мм скорочує тривалість сушіння на 30...35 %, а до 2...3 мм – на 50...60 %.

За рахунок усадки матеріалу нарізаного завтовшки 2...3 мм одержано чипси з порушеною структурою та формою. Під час зневоднення відбувається злипання чипсів, що збільшує кількість відбракованої сировини, крім того, нарізані у такий

спосіб чипси мають слабо виражений смак та аромат яблук.

Зі зразків нарізаних завтовшки 4...5 мм та 3...4 мм одержано чипси, які мають хрустку структуру, світлий кремовий колір, приємний кисло-солодкуватий смак і запах, властивий свіжим яблукам.

Для одержання яблучних чипсів рекомендовано нарізати сировину кружальцями та напівкружальцями завтовшки 3...4 мм. Це дозволить скоротити тривалість процесу, знизити енергетичні витрати та отримати чипси належної якості відповідно з вимогам технічних умов ТУ У10.3-05417118–053:2016 „Чипси фруктові, овочеві”.

На підставі узагальнення результатів експериментальних досліджень розроблена енергоефективна теплотехнологія виробництва чипсів із фруктів. В основу технології покладено метод швидкісного конвективного сушіння попередньо бланшованої парою сировини в режимах двостадійного зневоднення. Технологія захищена 10 патентами України.

УДК 621.21

**СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ
ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЯЦІЇ ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ
В АВТОКОЛИВАЛЬНИЙ РЕЖИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Застосування техніки псевдозрідження в промисловості для сушіння, кристалізації, гранулювання набуло великого поширення. Завдяки інтенсивному перемішуванню твердих частинок в псевдозрідженому шарі практично вирівнюється поле температур, усувається можливість значних локальних перегрівів і зв'язаних з цим порушень при проходженні технологічного процесу, тому для проведення процесів зневоднення та грануляції гуміново-мінеральних добрив з їх насичених висококонцентрованих водних розчинів, найбільш доцільно застосовувати гранулювання в псевдозрідженому шарі.

Загальною науковою проблемою є підвищення ефективності процесу утворення твердих гуміново-мінеральних композитів із пошаровою структурою шляхом зневоднення та гранулювання гетерогенних рідких систем у псевдозрідженому шарі, яка визначається гідродинамічним режимом псевдозрідження з урахуванням особливостей масообміну при масовій кристалізації [1].

Проблема вирішується за рахунок проведення процесу грануляції з застосуванням автоколивального режиму псевдозрідження, що призводить до підвищення ефективності гранулоутворення в цілому. Це пояснюється тим, що внаслідок переміщення зернистого матеріалу в горизонтальній площині по всій висоті поверхня контакту фаз використовується максимально. Також, у низхідному потоці зернистого матеріалу відбувається ефективний

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
тепломасообмін між газовою сумішшю та гранульованим продуктом в режимі фільтрації.

Автоколивальний режим псевдозрідження забезпечує:

- направлену тримірну циркуляцію зернистого матеріалу з утворенням імпульсного режиму його перемішування;
- пошаровий механізм гранулоутворення;
- рушійну силу по масообміну (різниця парціальних тисків);
- видалення вологи з поверхні гранул та виведення її з системи;
- оновлення поверхні контакту фаз.

Завдяки об'ємному перемішуванню в апараті відбувається збільшення питомого навантаження поверхні зернистого шару за вологою $\alpha_f = 0,8-0,9$ кг вологи/м² год, а коефіцієнт гранулоутворення досягає максимальних значень $\psi \geq 91,6$ % [2]. Питома поверхня гранульованого продукту для еквівалентного діаметру $d_{eq} = 2,5$ мм становить $\sigma = 1440$ м²/м³.

Нижче наведені залежності, які використовувалися при теоретичному встановленні параметрів псевдозрідження:

-питоме навантаження поверхні зернистого шару за вологою, кг вол/м²год:

$$\alpha_f = \frac{M_{вол}}{F_{шар}} \quad (1)$$

-питома поверхня зернистого матеріалу, що приходить на одиницю об'єму апарата, м²/м³:

$$\sigma = \frac{6(1-\varepsilon_0)}{d_{екв}} \quad (2)$$

-поверхня, на якій відбувається тепломасообмін, виведена з основного рівняння масообміну, м²:

$$\sum F = \frac{M}{\beta \Delta P \tau} \quad (3)$$

-висота нерухомого шару матеріалу в апараті, визначена за умов масообміну при стійкій кінетиці процесу грануляції, м:

$$H_0 = \frac{\Sigma f d}{6F(1-\varepsilon_0)} \quad (4)$$

Застосування автоколивального режиму псевдозрідження дозволяє отримати стійкість кінетики процесу гранулоутворення твердих композитів з пошаровою структурою при активному оновленні поверхні та підвищенні ефективності дифузійно-контрольованого процесу. У результаті того, що швидкість підведення газового середовища в об'єднаний струмінь перевищує швидкість фільтрації, на висоті починає зростати газова бульбашка за умови, якщо:

$$\frac{y_{\phi}}{H_0} \leq 0,5 \quad (5)$$

де: y_{ϕ} - висота пробою газового факела.

Якщо ця умова не виконується – реалізується звичайний режим фонтанування.

Наступні дослідження підвищення ефективності процесу будуть проводитися в реальних умовах пілотної установки з подальшим її впровадженням в промисловість.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М., Турко С.О., Гайдай С.С., Любека А.М. Гідродинаміка струменево-пульсаційного режиму псевдозрідження з направленою циркуляцією// Міжнародний науковий журнал «Технические науки».- №5-2016 р., с. 101-106.

2. Корнієнко Я.М., Семененко Д.С., Гайдай С.С., Любека А.М., Мартинюк О.В. Гранульовані азотно-кальцієві-гумінові тверді композити, модефіковані бентонітом. Процес одержання// науковий журнал «Хімічна промисловість України».- №5-2013 р., с. 46-51.

ПРОЦЕС КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

магістрант Довгаль О.О., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Деревна пелета - один з небагатьох альтернативних видів палива, використання яких є доцільним, як з економічної точки зору, так і з огляду на екологічну безпеку. Основною перевагою є те, що сировиною для виготовлення пелет є деревина - поновлювальний ресурс, що має здатність накопичувати велику кількість сонячної енергії протягом тривалого часу [1].

Самі пелети бувають наступних видів [2]:

1. Білі пелети- сорт «преміум» світлого кольору виконуються із деревини без кори. Теплотворна здатність таких пелет складає 17,2 МДж/кг.

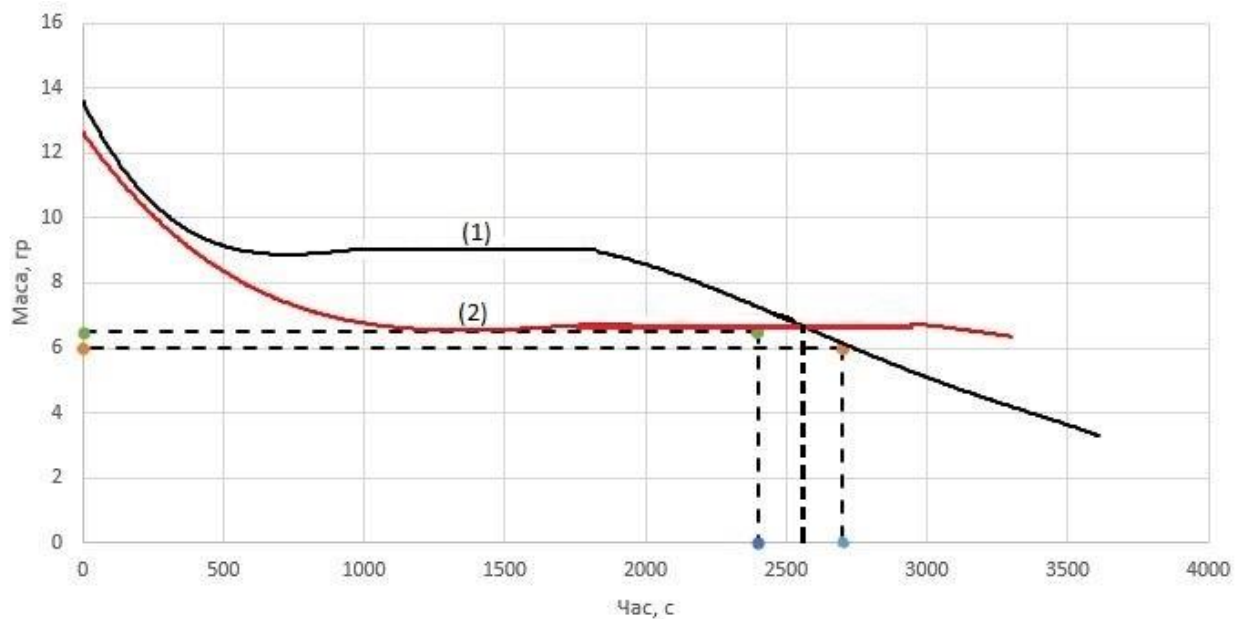
2. Індустріальні пелети – сорт більш низької якості. До складу продукту входить кора дерева та негорючі рештки. Теплопровідність таких пелет майже така сама, як у преміум сорту.

3. Агропелети – паливо із відходів гречки, насіння соняшника. Мають чорний колір. Теплотворна здатність – 15 МДж/кг. Основна перевага – низька ціна.

Для покращення якості продукції при виробництві пелет необхідно провести сушіння. Сушіння, як сам процес, перешкоджає появі первинного гниття, грибкових плям і нападу певних видів комах [2].

Для визначення параметрів процесу було проведено ряд дослідів для визначення часу сушіння бруска енергетичної верби. Після висушення цілого бруска енергетичної верби було запропоновано змінити геометричні розміри дослідного зразка шляхом механічної деформації та провести такий же самий дослід знову, що дозволить зменшити час, який витрачається на сушіння

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
недеформованої тріски деревини. На рисунку 1 зображено швидкість сушіння двох дослідних зразків.



(1) – недеформований брусок енергетичної верби; (2) – деформований брусок енергетичної верби

Рисунок 1 – Залежність зміни маси бруска енергетичної верби від часу

Порівнюючи обидві криві можна сказати, що час сушіння недеформованого дослідного зразка, що складає 43 хвилини, більший в порівнянні зі зразком який був підвергнутий механічному деформуванню, що складає 40 хвилин, на 10 %.

Перелік посилань

1. Технологія виробництва різних видів біопалива
<http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2344/> від 20.03.2018 р.
2. В.М.Лыков Сушка в химической промышленности «Химия», М.1970 – 432с.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ РЕАКТОРІВ-ЗМІШУВАЧІВ

магістрант Драгузя О.В., к.т.н, доцент Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Змішування широко застосовується на всіх сучасних промислових підприємствах, де потрібно забезпечити досягнення високого рівня однорідності готової суміші. Реактори-змішувачі використовуються для змішування широкого спектра інгредієнтів: сухих сипучих і не сипучих; рідких, в'язких і особливо в'язких та їх різних поєднань і співвідношень [1].

Реактори можна поділити на апарати періодичної та безперервної дії. Ці апарати, в свою чергу, за частотою обертання можна поділити на тихохідні та швидкохідні. За температурним режимом реактори поділяються на адіабатичні, ізотермічні і політермічні (програмно-регульовані). По режиму руху реагентів розрізняють реактори ідеального витіснення, ідеального змішування (перемішування) і часткового змішування.

З основних розробників конструкцій змішувачів є російське виробниче об'єднання «РосОборудование». Відома конструкція змішувача цієї фірми зображена на рис.1.

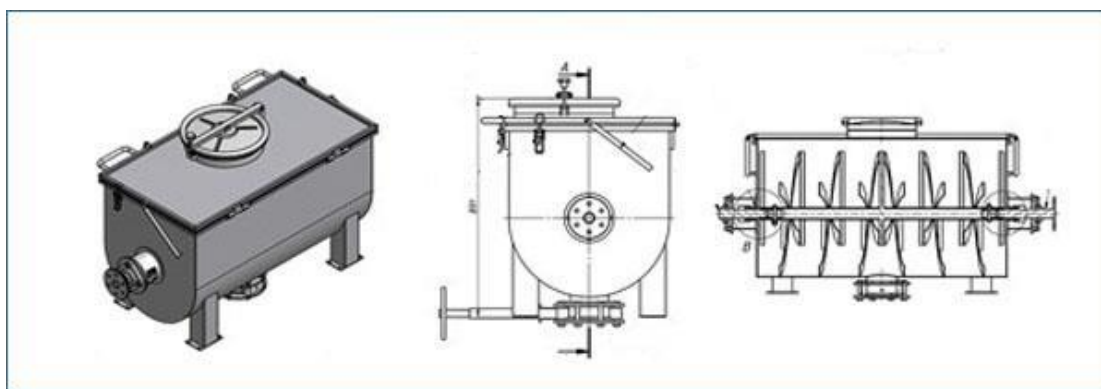


Рисунок 1 – Схема змішувача фірми «РосОборудование»

В якості робочого елемента в змішувачі застосовується вал, який оснащений навитою на нього стрічкою, що має спиралевидну конструкцію. В процесі експлуатації вал обертається разом зі стрічкою, яка закріплена на ньому. В результаті цього здійснюється пошарове перемішування всіх

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
вихідних компонентів, які входять до складу даної суміші. Механізм приводиться в дію за допомогою спеціальних спіралей, які здійснюють своє обертання одночасно з валом [2].

Широке використання в сучасній хімічній промисловості також має вакуумний змішувач, рисунок 2 [3].

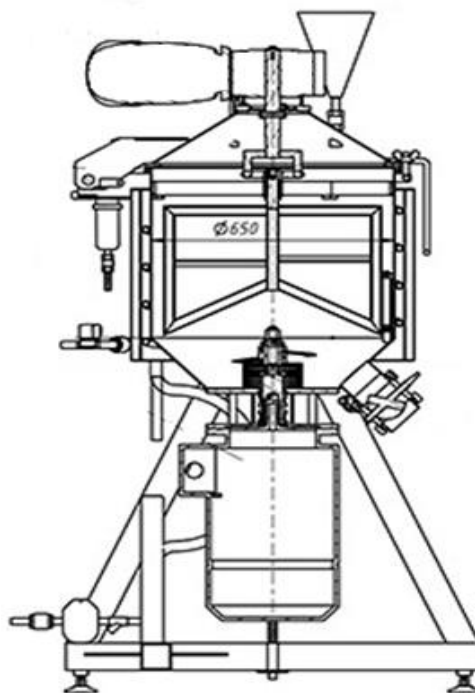


Рисунок 2 – Схема вакуумного змішувача фірми «Агроماش»

Вакуумний змішувач виконує одразу декілька технологічних процесів: вакуумування, перемішування, гомогенізацію, нагрівання та охолодження.

Метою даної роботи є модернізація реактора-змішувача, виконання параметричних розрахунків та визначення габаритних розмірів.

Перелік посилань:

1. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. — Л.: Химия, 1991.— 178 с.
2. <http://xn---itbbaodmgfhal6bchj0ftd3a.xn--p1ai> від 17.01.2018 р.
3. http://npkagromash.ru/vak_miks_UMG.html від 05.02.2018 р.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА

НІЗИНУ

студент Драгузя К.В., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

На сьогоднішній час використання консервантів у харчовій промисловості займає вагомe місце в нашому побуті. Нізин - природний консервант, бактеріоцин, що утворюється мікроорганізмом *Lactococcus lactis*. В якості харчової добавки нізин має властивість пригнічувати грампозитивні бактерії, велику кількість спороутворюючих та деякі кислотостійкі бактерії. Застосування нізину дозволяє скоротити час або зменшити температуру впливу теплової обробки, що дає змогу зберегти корисні речовини в продуктах. Нізин виокремлюється серед широкого спектру консервантів тим, що цей консервант є природним [1].

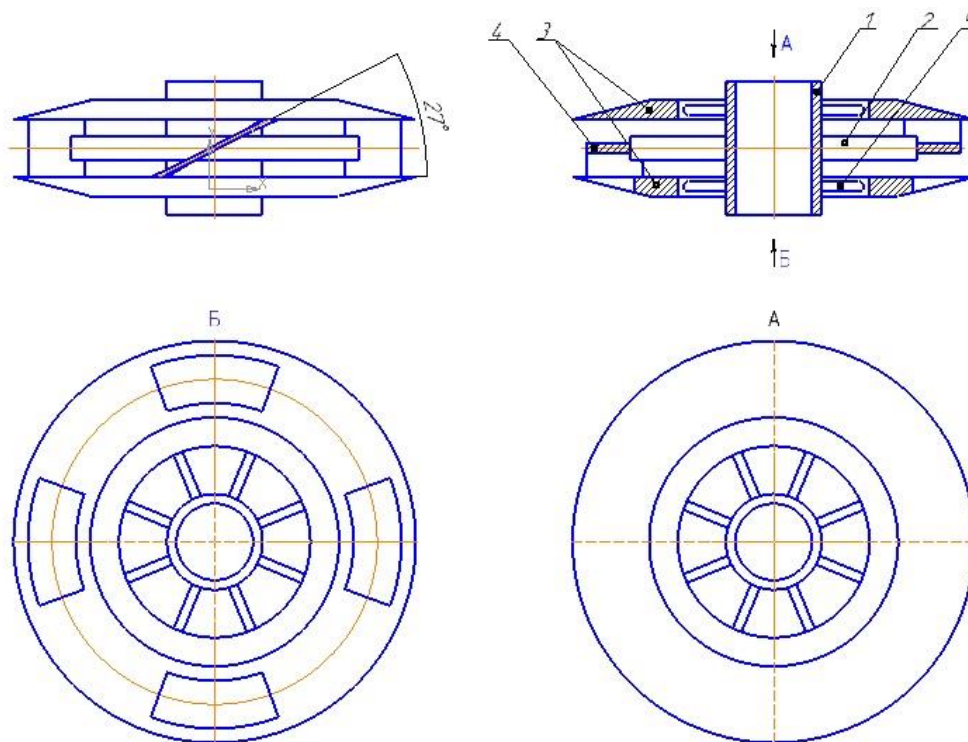
Найважливішим етапом виробництва є стадія ферментації, а тому ферментаційні системи та обладнання являють одну із основних складових біотехнологічного процесу, як по складності реалізації, так і по впливу на рентабельність виробництва, адже вартість ферментаційного обладнання в сумі складає близько 70% вартості усього обладнання лінії виробництва і, відповідно ефективна робота ферментаційного обладнання, безпосередньо впливає на техніко-економічні показники виробництва [2].

Саме тому модернізація ферментаційного обладнання з метою оптимізації процесів при створенні нового біотехнологічного обладнання і відповідного виробництва в цілому, стає вирішення проблем, які пов'язані із оптимальним підбором конструктивних характеристик та технологічних параметрів роботи ферментерів.

З цією метою запропоновані конструктивні зміни ферментера шляхом заміни традиційної мішалки, котра є основним робочим органом пристрою, на перфоровані (рис.1), здатної забезпечити турбулентний рух оброблюваного середовища, застерегти появлення застійних зон та здешевити енергозатрати.

При обертанні мішалки, розташування лопатей над отворами нижнього покривного диску під кутом 27° зумовлює створення додаткового напрямку

потіку рідини. Така конструкція елементів мішалки вимушує потік рідини рухатись окрім радіального напрямку ще й донизу. Спрямований потік зменшує ймовірність породження застійних зон поблизу днища ферментера, а також здешевлює витрати на електроенергію та підвищує ефективність ферментера.



1 – маточина; 2 – розподільчий диск; 3 – покривні диски;
4 – лопаті; 5 – ребра жорсткості

Рисунок 1 – Схема турбінної мішалки закритого типу

Запропонована модернізація ферментера дозволяє інтенсифікувати процес змішування за рахунок зміни напрямку руху потоку рідини, та здешевити енерговитрати процесу, що підвищує конкурентоспроможність продукції.

Перелік посилань

1. <http://infodiplom.ru/Tekhnologiya-proizvodstva-nizina.-Antibioticheskie-svoyjstva.html> [Технология производства низина. Антибиотические свойства низина. 28.03.2018]
2. Баклыкова Ю. А. Исследование и разработка технологии получения бактериоцинов для антибактериальных препаратов для медицины. – ВКР. «КемТИПП». 2015. – 136 с.

АПРОКСИМАЦІЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ АЗОТНО-ГУМІНОВИХ ДОБРИВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

студенти: Євзютін П.Ю., Італьянцев І.О., к.т.н., ст.викл. Сачок Р.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

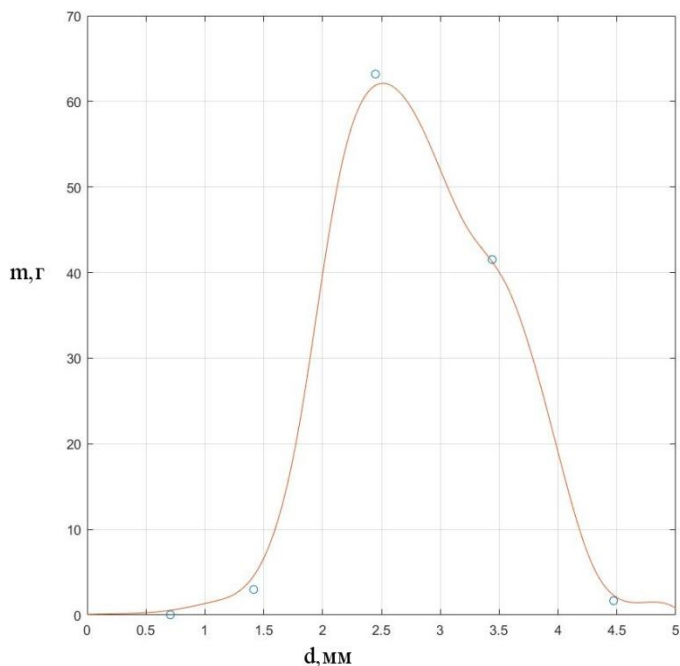
Не дивлячись на те, що в Україні достатньо розвинений агропромисловий комплекс, його розвиток сильно пов'язаний з родючістю ґрунтів, яка останнє десятиріччя катастрофічно падає в результаті несистемного відношення до землекористування. Зокрема, виснаження ґрунтів, викликане їх постійним використанням, може бути призупинено використанням мінерально-гумінових добрив, спосіб виготовлення яких у апараті з псевдозрідженим шаром запропонований авторами [1].

Основними вимогами до мінерально-гумінових добрив є: сферична форма, міцність більше 10 Н/гранулу, рівномірне розподілення мінеральних поживних та розкислюючих речовин по всьому складу гранули та розміри гранул 1,5-4,5 мм.

Визначення дисперсного складу гранульованого продукту азотно-гумінових композитів було запропоновано апроксимувати за допомогою методів нечіткої логіки.

В якості вихідних даних авторами були обрані результати ситового аналізу дисперсного складу азотно-гумінових добрив. За допомогою середовища MATLAB, а саме додатку нечіткої логіки FuzzyLogicToolbox було побудовано нечітку систему для вирішення задачі. Для апроксимації однозначної функції було створено систему типу Sugeno, задано метод, яким буде здійснений розрахунок та як буде реалізовуватись логічна операція.

Надалі задаються значення точкової функції та правила виконання логічних операцій.



1 – експериментальний розподіл; 2 – апроксимація

Рисунок 1 – Апроксимація розподілу продукту за допомогою нечіткої логіки

Результати виконання апроксимації за допомогою додатку FuzzyLogicToolbox показані на рисунку 1. Відносна похибка для азотно-гумінових твердих композитів була отримана в межах від 3 до 7%.

Таким чином, запропонований метод апроксимації може бути застосований для дослідження мінерально-гумінових композитів й надалі. При отриманні подальших результатів можливо також використання методів нечіткої логіки для дослідження якісних характеристик самого гранульованого матеріалу, власне гранулоутворення та створення математичної моделі для керування процесом.

Перелік посилань:

1. Kornienko Y Modelling of multifactor processes while obtaining multilayer humic-mineral solid composites / Y Kornienko, R Sachok, O Tsepkało //Chemistry, Vol. 20, Iss. 3 (2011) p E19-E26

**ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІЇ
ДВООКСИДУ СІРКИ ЗА РАХУНОК ПІДВИЩЕННЯ ПИТОМОЇ
ПОВЕРХНІ СОРБЕНТУ**

Жайворонок В.А., Собченко Г.О., Собченко В.В.

Інститут газу НАН України

Утворення та викиди в атмосферу двооксиду сірки при спалюванні викопного палива пов'язані з окисленням сірки, що міститься у паливі. Методи сухого сіркоочищення характеризуються процесом хімічної адсорбції двооксиду сірки на поверхні сорбенту з утворенням на ній шару продукту взаємодії сорбенту й двооксиду сірки.

Як адсорбенти зазвичай використовують пористі тіла, які мають значний об'єм пор. Властивості адсорбентів визначаються природою матеріалу, з якого їх виготовлено, і структурою пор.

В методах сухого сіркоочищення найчастіше використовують у якості сорбенту вапняк CaCO_3 та його похідні CaO і Ca(OH)_2 завдяки великому поширенню у світі його родовищ та низькій ціні. Нижня температурна межа застосування методів становить $750\text{ }^\circ\text{C}$.

У промислових адсорбентах основна кількість увібраної речовини сорбується на стінках мікропор ($r \leq 10^{-9}\text{м}$). Функція перехідних пор ($10^{-9} < r \leq 10^{-7}\text{м}$) і макропор ($r > 10^{-7}\text{м}$) зводиться до транспортування адсорбованої речовини до мікропор. Величина поглинальної здатності залежить від типу адсорбенту, його пористої структури, природи вбіраної речовини, її концентрації, температури, а для газу – парціального тиску [1]. Під пористою структурою розуміють форму поверхні пор, їх конфігурацію, поперечний переріз, профіль, взаємне розташування, сполучення та мікрорельєф пор тощо.

Використання вапняку в якості сорбенту пов'язане з обмеженою реакційною здатністю вапна, отриманого в класичних апаратах для випалювання. Надмірне перебування частинок вапна в зоні високих

температур під час процесу випалювання спричиняє його дезактивацію – зменшення питомої поверхні (пористості) через усадку та рекристалізацію тощо.

У початковий момент після випалювання, за даними отриманими на сканувальному електронному мікроскопі [2], частинки СаО представлено у вигляді подібних зерен діаметром близько 15 – 20 нм, пори між якими дорівнюють близько 4 мкм; в свою чергу, подібні зерна об'єднано в кластери до 200 – 500 нм з мікропорами між зернами 4 – 10 нм розділеними порами 100 нм. В подальшому спостерігається суттєве зменшення питомої поверхні за рахунок усадки.

Збільшення питомої площі поверхні, а як наслідок, збільшення реакційної здатності вапна, можливо за рахунок вибору апарату випалювання та підбору режимних параметрів. Поставлена задача може бути досягнута використанням апаратів з псевдозрідженим шаром інертного матеріалу [3]. Випалювання дрібнодисперсного вапняку має відбуватися за відносно низьких температур з максимальною інтенсивністю тепловіддачі випалювального середовища, при мінімальній тривалості перебування частинок в зоні випалювання з наступним швидким охолодженням.

Список використаної літератури.

1. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології / Я.М.Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – К.: НУТУ «КПШ», 2011. – Ч2. – 416 с.

2. . Schroeder K., Kairies C. Distribution of Hg in FGD by-products // Proceedings of world of coal ash conference, CAER, University of Kentucky, 11 Apr. 2005. — 1. Paper 100; 2005.

3. Пат. 87352 Україна, МПК⁷ F 27 B 15/00. Апарат для термообробки мінеральних матеріалів / Хвастух Ю.І., Костогриз К.П., Роман С.М., Цюпяшук А.М.; заявник і власник Інститут газу Національної академії наук України. – № u201307076; заявл. 05.06.2013; опубл. 10.02.2014, Бюл. №3.

УДК 666.9.04:666.924

ОТРИМАННЯ ВАПНА З ВИСОКОЮ РЕАКЦІЙНОЮ ЗДАТНІСТЮ В АПАРАТІ З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНОГО МАТЕРІАЛУ

Жайворонок В.А., Роман С.М., Собченко Г.О.

Інститут газу НАН України

Частка вугілля з середнім та високим вмістом сірки в паливному балансі енергетики України перевищила 97%. Спалювання такого числа твердого палива призводить до збільшення викидів забруднюючих речовин (двооксиду сірки SO_2 , оксидів азоту, оксиду вуглецю, легкої золи). Зокрема, зростання валових викидів SO_2 сягнуло близько 1 млн т/рік [1].

Заходи зменшення викидів двооксиду сірки поділяють на регенеративні та не регенеративні (мокрі та сухі процеси, відповідно), які, в свою чергу, класифікують за технологіями.

Методи сухого сіркоочищення ґрунтуються на подачі порошкоподібних сорбентів в паливню чи газовий тракт енергетичних котлів [2]. Вони характеризуються процесом адсорбції двооксиду сірки на поверхні сорбенту з утворенням на ній шару продукту взаємодії сорбенту й оксиду сірки – сульфідів та сульфатів. В якості сорбентів застосовують речовини, що мають велику пористу структуру й велику питому поверхню: оксиди, карбонати, кокси тощо. Проте найчастіше в якості сорбенту використовують вапняк та його похідні: $CaCO_3$, CaO , $Ca(OH)_2$. Мала питома поверхня характерна для вапна, що отримують у шахтних, обертових печах чи апаратах з псевдозрідженим шаром, де при тривалому перебуванні у високотемпературній зоні відбувається його дезактивація – зменшення питомої поверхні.

Випалювання різних вапняків, різними методами показує велику розбіжність величин питомої поверхні отриманих продуктів: за даними [3], для великих шматків, що випалюються в обертовій печі за температури $980\text{ }^\circ\text{C}$, питома поверхня складає лише $2 - 5\text{ м}^2/\text{г}$, тоді як для дрібнодисперсних частинок (близько 90 мкм) випалених за температури $1100\text{ }^\circ\text{C}$ з часом перебування частинок в зоні випалу (1 с), питома поверхня досягає $60\text{ м}^2/\text{г}$. Наведені дані свідчать, що отриманий продукт випалювання одержав зменшену величину питомої поверхні через усадку.

Швидкість процесу кальцинування вапняку, в тому числі для дрібних фракцій, залежить від розміру частинок, тепло- та масообміну, кінетики реакції та температури випалювання. Для отримання високореакційного вапна необхідна технологія кальцинування вапняків, що

відповідає наступним вимогам: випалювання дрібнодисперсних фракцій за мінімальних температурах з найменшим часом перебування частинок вапняку в реакційній зоні, а також, швидке охолодження чи подача отриманого продукту кальцинування відразу в зону сіркоочищення.

В Інституті газу НАН України накопичено досвід термообробки дрібнодисперсних матеріалів в псевдозрідженому шарі інертного матеріалу [4,5], що може бути застосований для випалювання дрібнодисперсного вапняку в псевдозрідженому шарі інертного матеріалу та дозволить формувати продукт з певними фізико – хімічними параметрами: великою пористістю, питомою поверхнею, мінімальною величиною усадки, високою хімічною активністю тощо. При проведенні попереднього дослідження процесу випалювання дрібнодисперсного вапняку в шарі інертного матеріалу на лабораторній установці інституту КС-07 отримано високий ступінь випалювання (55 – 80%) ряду фракцій дрібнодисперсного вапняку. Визначено час перебування частинок вапняку в шарі інертного матеріалу, що складає близько 0,5 – 1 с. Визначення зазначених вище фізико – хімічних параметрів отриманого продукту потребує подальших досліджень. Отриманий продукт може бути використаний в процесах сухого сіркоочищення з ефективністю, що не поступається сорбентам аналогам.

Перелік посилань

1. Вольчин І.А. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України / І.А. Вольчин, Н.І. Дунаєвська, Л.С. Гапонич, М.В. Чернявський, О.І. Топал, Я.І. Засядько. – К.: ГНОЗІС, 2013. – 308 с.
2. Cordoba P. Status of flue gas desulphurization (FGD) systems from coal-fired power plants: Overview of the physic-chemical control processes of wet limestone FGDs / P. Cordoba // Fuel. – 2015. № 144. – P. 274 – 286.
3. Borgward R.H. Calcination kinetics and surface area of dispersed limestone particles / R.H. Borgward // AIChE Journal. – 1985. № 1. – P. 103 – 111.
4. Kostogryz K.P. Investigation of perlite particles heat treatment in fluidized bed of inert medium / K.P. Kostogryz, Yu. I. Khvastukin, A.M. Tsyupyashuk // International Journal of Energy for a Clean Environment. – 2013. № 2 – 3. – P. 201 – 211.
5. Пат. 87352 Україна, МПК⁷ F 27 B 15/00. Апарат для термообробки мінеральних матеріалів / Хвастух Ю.І., Костоґриз К.П., Роман С.М., Цюпяшук А.М.; заявник і власник Інститут газу Національної академії наук України. – № u201307076; заявл. 05.06.2013; опубл. 10.02.2014, Бюл. №3.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРНОГО БЛОКУ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ

студент Іваненко М.С., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

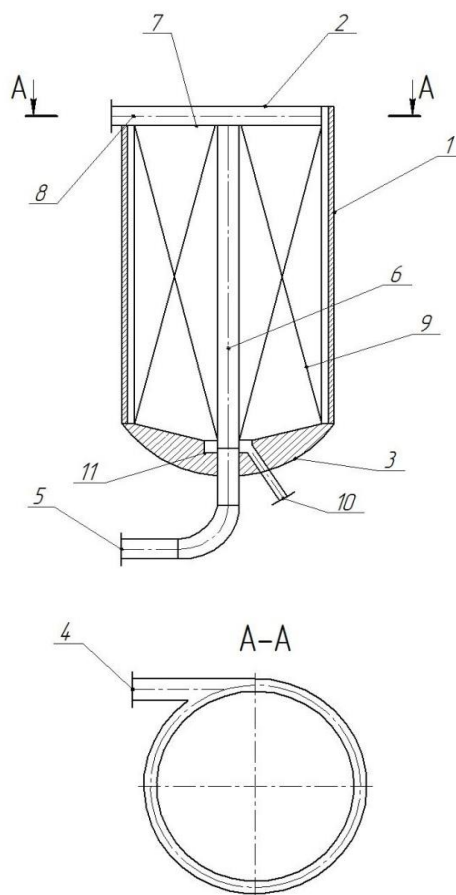
Каталітичний риформінг бензинів є найважливішим процесом сучасної нафтопереробки і нафтохімії. Він служить для одночасного отримання високооктанового базового компонента автомобільних бензинів, ароматичних вуглеводнів - сировини для нафтохімічного синтезу - і водневомісний газу - технічного водню, використовуваного в гідрогенізаційних процесах нафтопереробки. Каталітичний риформінг є в даний час найбільш поширеним методом каталітичного облагородження прямогонних бензинів [1].

Тому оптимізація даного процесу особливо актуальна через неухильне зростання споживання автомобільних бензинів та безперервна екологічна боротьба за чистоту навколишнього середовища витіснила застосування антидетонаторів на основі свинцю, що підвищило роль каталітичного риформінгу у виробництві неетилованих бензинів з високим октановим числом.

На рисунку 1 зображено модернізований реактор для каталітичних процесів, належить до апаратів для реакційних та масообмінних процесів і може застосовуватись у нафтохімічній та хімічній галузях промисловості.

Газопарова суміш надходить зверху через патрубок вводу у проміжок, утворений між стінкою корпусу і насадкою, і рухається у тангенціальному напрямку через шар каталізатора до центральної перфорованої труби. Продукти реакції виводять з реактору через патрубок виводу. З метою запобігання прямого надходження потоку сировини у шар каталізатора перфоровану обичайку з'єднують з глухою тарілкою. Верхню частину перфорованої труби виконують неперфорованою (суцільною), що запобігає

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
утворення байпасних потоків. В нижній частині виконано виїмку для кращого збору і відведення конденсату [2].



- 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – днище; 4,5 – патрубки вводу і виводу;
6 – перфорована трубка; 7 – тарілка; 8 – розподільний пристрій;
9 – шар каталізатора; 10 – патрубок відводу конденсату;
10 – виїмка для збору конденсату.

Рисунок 1 – Реактор для каталітичних процесів

Модернізація полягає в заміні патрубку вводу на тангенційний, що покращує умови масообміну та зменшує гідравлічний опір апарату. А також добавлена виїмка для кращого збору і відведення конденсату.

Перелік посилань:

1. <http://ukrbukva.net/27526-Kataliticheskiy-riforming.html> від 19.03.18.
2. Номер заявки на корисну модель u201803268 заявлено 28.03.2018

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ КОКСОВИХ ГАЗІВ З РОЗРОБКОЮ РОЗДІЛЮЮЧОЇ КОЛОНИ, КОНДЕНСАТОРА ТА ХОЛОДИЛЬНИКА

студентка Ільєнко А.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Коксохімічна промисловість — галузь важкої промисловості, на підприємствах якої здійснюється хімічна переробка вугілля кам'яного методом коксування. Коксування кам'яного вугілля проводять у коксових печах, коксування важких продуктів переробки нафти – у металічних кубах або спеціальних печах. У результаті коксування паливо розкладається з утворенням летких продуктів і твердого залишку – коксу. З летких продуктів одержують кам'яновугільну смолу, аміак, бензол, сірководень, крезол, фенол, нафталін, стирол, ксилол, толуол та ін. Але основний продукт коксування – кокс, який використовується як відновник і паливо в металургійній промисловості [1].

При виробництві коксу виникає значна необхідність у виробництві високоякісних теплообмінних установок, що в свою чергу тягне за собою необхідність у впровадженні нових або модернізації вже існуючих технологій у сфері теплообміну. Конструкція кожухотрубного теплообмінника, що пропонується, призначена для підвищення інтенсивності теплообміну [2].

Недоліком встановленого теплообмінника є недостатньо висока ефективність його роботи через невисоку інтенсивність теплопередачі.

В основу корисної моделі покладено завдання підвищення ефективності роботи кожухотрубного теплообмінника, за допомогою удосконалення використанням теплообмінних трубок, які турбулізують потік та забезпечують інтенсифікацію теплообміну трубок.

Поставлене завдання досягається тим, що на внутрішній поверхні трубок розташовані голки. Це забезпечує збільшення коефіцієнта тепловіддачі, а отже

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
і теплопередачі, відповідно призводить і до збільшення продуктивності такого теплообмінного апарату.

Теплообмінні трубки 1 закріплені до верхньої та нижньої трубних решіток, що розташовані на торцевих поверхнях кожуха. На внутрішніх поверхнях труб 1 розташовані голки 2, з кроком між ними a , висотою h та кутом між голками α . На внутрішніх поверхнях кришки і днища розміщені перегородки.

Суть модернізації зображено на рисунку 1 та рисунку 2 – теплообмінна труба.

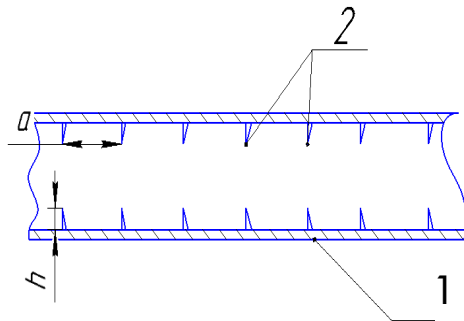


Рисунок 1

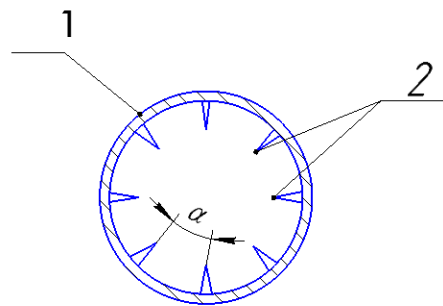


Рисунок 2

Дана модернізація дає змогу збільшити коефіцієнт тепловіддачі, а отже і теплопередачі, відповідно призводить і до збільшення продуктивності такого теплообмінного апарату.

Перелік посилань:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki> від 23.03.2018 року
2. Коробчанский И. Е. и Кузнецов М. Д. Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования. М., «Металлургия», 1972. 294 с.

РОЗРОБКА ЕНЕРГООЩАДНОГО ОБЛАДНАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕХАНІЗМІВ ДІВЕ

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

Основною проблемою промисловості України є недостатня кількість енергоощадних технологій і обладнання, що дозволило б отримувати одночасно кінцевий продукт з невисокою собівартістю і високими якісними показниками. В Інституті технічної теплофізики НАН України в межах наукового напрямку дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) [1], енергоефективність і енергоощадність якого підтверджена багаторічними впровадженнями в промисловості і відзначена численними нагородами та відзнаками. Сьогодні активно проводиться широкий спектр досліджень, пов'язаних зі створенням нового енергоефективного обладнання, що вже знайшло та продовжує знаходити нові сфери застосування, зокрема, в харчовій, фармацевтичній, косметичній, хімічній галузях промисловості та АПК.

Принцип ДІВЕ базується на високоефективності сукупного впливу гідродинамічного і термодинамічного методів, зокрема [2]:

- кавітаційні ефекти, викликані миттєвим скиданням тиску за умов

$$dP/d\tau = 1,5 \text{ ГПа/с та } dP/d\tau = 0,6 \text{ ГПа/с;}$$

- напруження зсуву, що виникають в стаціонарному одномірному потоці дисперсної суміші;

- адіабатичне закипання – миттєве зниження тиску в рідині, яка знаходиться під високим тиском і нагрітою до температури насичення пари, призводить до вибухового закипання, яке супроводжується інтенсивним зростанням парових бульбашок.

Останні проведені дослідження стосуються поєднання двох енергоефективних процесів екстрагування і кавітаційного впливу, що застосовуються для обробки водних систем, приготуванні тонких суспензій, колоїдних систем тощо.

В лабораторії теплофізичних основ ДІВЕ відділу ТДС проводяться комплексні експериментальні дослідження на основі створеного нейтралізатора безреагентного, з метою розширення сфери його застосування зокрема, розглядається вплив поєднання комплексу механізмів ДІВЕ, таких як кавітація, високі градієнти тиску, інтенсивне тепло- і масоперенесення [3]. Другим напрямком в рамках досліджень інтенсифікації процесів впливу на дисперсні системи є створення енергоефективного обладнання з посиленням основного динамічного механізму методу ДІВЕ – кавітаційних ефектів. Теоретичні та експериментальні дослідження проведені на базі нового енергоефективного кавітаційного реактора [4] дозволяють проектувати енергоощадні теплотехнології переробки сировини.

Перелік посилань:

1. Долинский А.А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии / Долинский А.А., Иваницкий Г.К. – Киев: Наукова думка, 2008. – 381 с.
2. Коник А.В. Вплив механізмів дискретно-імпульсного введення енергії на буферні властивості води / А.В. Коник, А.А. Долинский Ю.А. Шурчкова, Н.Л. Радченко // Промышленная теплотехника. – 2015. – Т.37, №7. – С. 226-230.
3. Застосування способу дискретно-імпульсного введення енергії для нейтралізації конденсату продуктів згоряння природного газу. Долінський А.А., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Коник А.В., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П. // Наукові праці ОНАХТ. Т.81, Вип. 1, 2017. – С. 9–14.
4. Застосування енергоефективного обладнання для отримання екстракту чистотілу / Гоженко Л. П. [та інш.] // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2017. – Вип. 1. – Том 81. – с. 65-70.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ШАРУ

КОНЦЕНТРАЦІЙНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ

студ. Лещенко О.А., к.т.н., ст.викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Одним з основних обмежень в роботі мембранного обладнання є явища концентраційної поляризації та утворення осадів на поверхні мембрани. Концентраційна поляризація це явище, що полягає у підвищенні концентрації розчинів біля поверхні мембрани. Концентраційна поляризація виникає через різницю проникності між розчинником і розчиненою речовиною [1–2].

Ці явища не лише погіршують техніко-економічні показники процесів мембранного розділення, але й ускладнюють опис і моделювання процесів.

З врахуванням цих явищ, потік через мембрану може бути представлений [2]:

$$J = \frac{\Delta p - \Delta \pi}{\mu R_T}$$

де Δp – трансмембранний тиск, Па; $\Delta \pi$ – трансмембранна різниця осмотичних тисків, Па; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості розділюваного розчину, Па·с; R_T – загальний опір перенесенню речовини через мембрану, м²/м³. Загальний опір перенесенню визначається як сума таких [2]:

$$R_T = R_m + R_{cp} + R_c + R_p$$

де R_m – опір мембрани м²/м³; R_{cp} – опір шару концентраційної поляризації м²/м³; R_c – опір шару осаду, м²/м³; R_p – опір заблокованих пор.

Опір мембрани залежить лише від її структури та матеріалу і може бути легко вимірним. В той же час, як зазначається в [2], незважаючи на екстенсивні дослідження, фундаментальні механізми та процеси, що включені до утворення шару концентраційної поляризації та осадів на поверхні мембрани повністю залишаються не визначеними.

В останні роки були розвинені методи визначення опору шару осаду, тоді як надійних методів визначення опору шару концентраційної поляризації в джерелах не було виявлено. Тому визначення залежності опору шару концентраційної поляризації від робочих параметрів є актуальною задачею.

Методика визначення опору шару концентраційної поляризації така: 1) для нової мембрани потрібно виміряти її продуктивність за чистим розчинником (водою), що дозволяє визначити опір мембрани; 2) таким же самим чином визначається сумарний опір при визначенні продуктивності для розчину з відомою концентрацією; 3). Різниця опорів і буде опором шару концентраційної поляризації (рисунок 1).

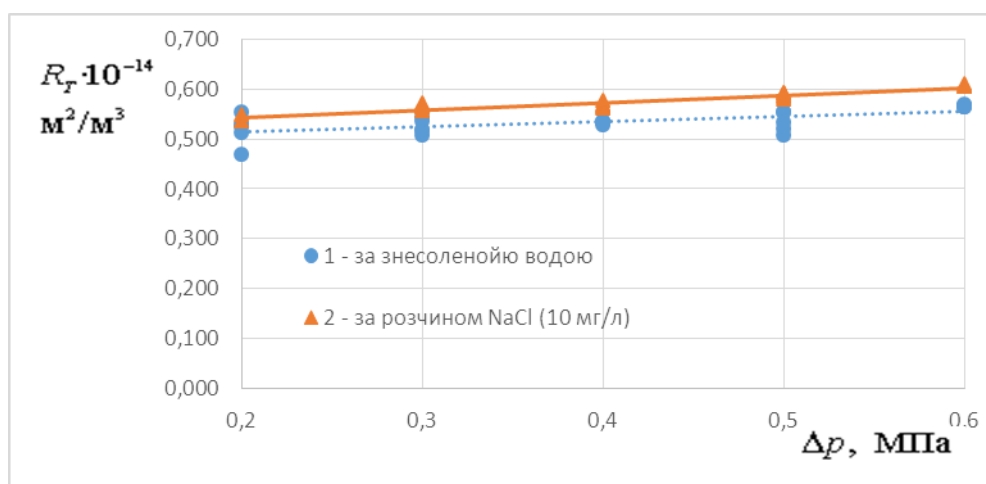


Рисунок 1 – Загальний опір мембрани DOW Filmtec

Графік показує що метод , тому якщо провести досліди на інших концентраціях є перспектива отримати залежність від значення опору.

Перелік посилань:

1. Запольський А.К., Мешкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князькова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник.- К.:Лібра. 2000. – 552 с
2. Shirazi S., Lin C.-J., Chen D. Inorganic fouling of pressure-driven membrane processes – A critical review // Desalination. – 2010. – Vol. 250. – p. 236-248.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ В УКРАЇНІ

студентка Метліна М.С., к.т.н, доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Перспективним рідким видом біопалива є біодизель, який може замінити або доповнити традиційне дизельне паливо. Сировиною для його виробництва є рослинні масла, отримані з насіння олійних (соя, соняшник, ріпак) або інших культур, масло, яке вже було використане для смаження, а також жири тваринного походження. Біодизельне паливо, цілком придатне для стандартних двигунів – у чистому вигляді або в суміші зі звичайним дизельним паливом.

Швидкий розвиток галузі в світі було обумовлено зростанням цін на сиру нафту, програмами спільної сільськогосподарської політики та податковими стимулами, головним чином у Німеччині та Франції [1].

Станом на 1 січня 2008 року в Україні існувало понад 40 об'єктів із виробництва біодизелю, які 2007 року виробляли його близько 20 тис. т, переважно для власного виробництва. Проте через зростання цін і попиту на олію на внутрішньому ринку для виробників вигіднішим є продаж насіння або олії, а не переробка її на біопаливо.

Одним із основних джерел олії, котра в подальшому використовується для виготовлення біодизелю в нашій країні є ріпак. Як видно з таблиці 1, більша частина ріпаку, котра вирощується в країні відправляється на експорт в ЄС (рисунку 1).

Таблиця 1 – Обсяги переробки ріпаку в Україні [2]

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Врожай, тис. т	1420	1203	2360	2198	1755	1188
Переробка, тис. т	40	20	160	265	345	168
Частка переробки врожаю, %	2,82	1,66	6,81	12,06	19,66	14,14

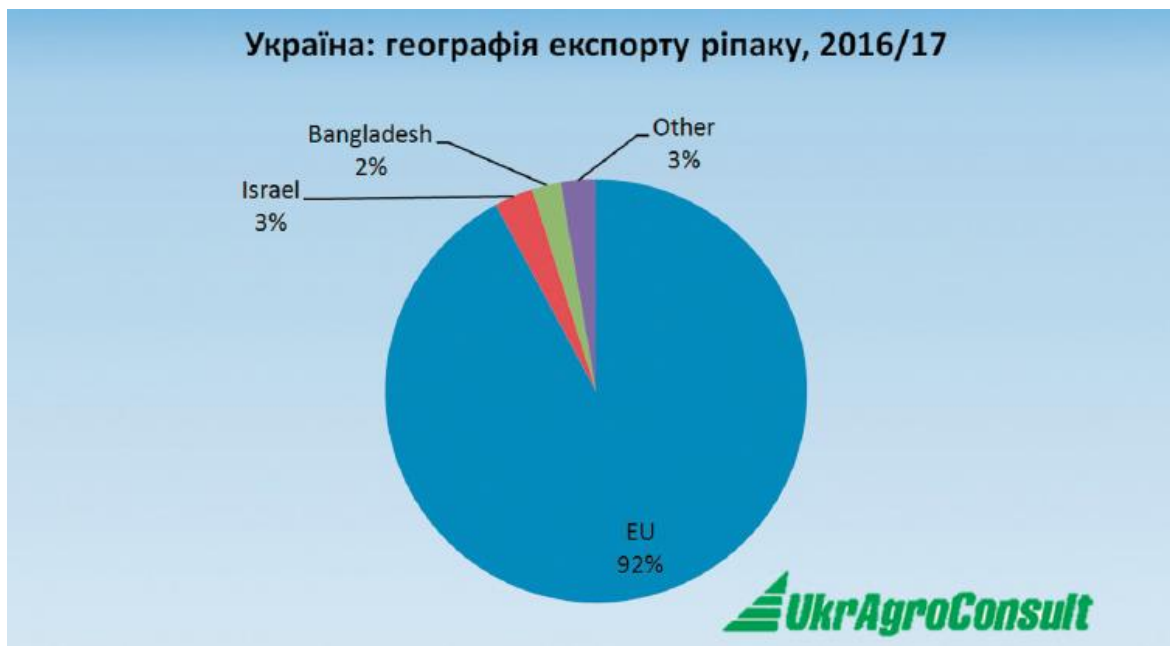


Рис 1 - Географія експорту ріпаку з України [2]

Частка альтернативних джерел енергії у паливно-енергетичному балансі України становить усього 0,8%.

Стимулювання розвитку біопалив потребує державного регулювання, яке в провідних країнах світу ґрунтується на обов'язковості його використання, а також на запровадженні податкових, тарифних, акцизних та інших пільг. [3].

Актуальною задачею лишаються подальші науково-технічні розробки з метою створення сучасного обладнання для виробництва біопалива з насіння олійних рослин.

Перелік посилань:

1. Зарубіжний досвід електро- та теплопостачання на основі впровадження екологоефективних біопаливних технологій. Підготовлено відділом інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції. Київ – 10/2017

2. Ринок ріпаку України // Спецвипуск ж. Пропозиція. Осимий ріпак: ефективні рішення для гарантованої рентабельності/ — 2017. — С.- 6-8

3. Режим доступу: <http://propozitsiya.com/ua/perspektivi-ta-problemi-virobnictva-biodizelyu-v-ukrayini>

АПРОКСИМАЦІЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ АЗОТНО-КАЛЬЦІЄВО-ГУМІНОВИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТІВ МЕТОДАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Студент Міліціян О.А., к.т.н., ст. викл. Сачок Р.В.

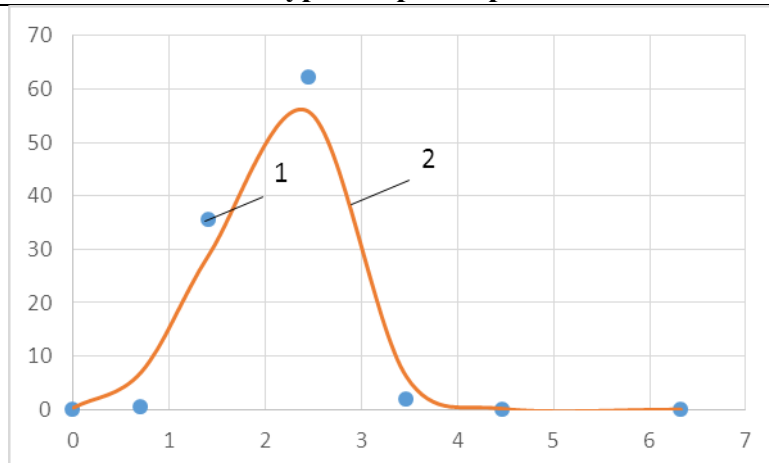
Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

В наш час в Україні сильно зменшилась родючість ґрунтів, також відбувається надмірна мінералізація за рахунок використання виключно мінеральних добрив. Одним зі способів запобігання цим явищам є використання комплексних мінерально-гумінових добрив зі змінним співвідношенням мінеральних, поживних та розкислюючих компонентів. Авторами [1] було розроблено спосіб отримання мінерально-гумінових композитів з використанням техніки псевдозрідження.

Для подальшої оцінки якості отриманого продукту, в першу чергу, необхідно апроксимувати дисперсний склад твердих композитів. Авторами [2] було використано щільність гамма-розподілення з використанням метода найменших квадратів для апроксимації, але для деяких складів композитів, в тому числі й азотно-кальцієво-гумінових, були помічені різкі відхилення з середньою похибкою більше 10%. Тому для оцінки масового розподілу азотно-кальцієво-гумінових композитів було запропоновано використати апроксимацію за допомогою методів нечіткої логіки.

Апроксимація виконувалась за допомогою пакету математичного моделювання MATLAB. Експериментальну залежність між масовою долею гранул та еквівалентним діаметром було представлено в вигляді нечіткої системи. На рисунку 1 показані результати, отримані при апроксимації із застосуванням методів нечіткої логіки для дисперсного складу азотно-кальцієво-гумінових мінеральних добрив у порівнянні з результатами, отриманими при ситовому аналізі твердих композитів.



1 – експериментальний розподіл; 2 – апроксимація

Рисунок 1 – Апроксимація розподілу продукту за допомогою нечіткої логіки

Середня відносна похибка між розрахунковими та експериментальними даними при застосуванні нечітких множин не перевищує 5% для складу твердих композитів – азотно-кальцієво-гумінові.

Висновок: таким чином, методи нечіткої логіки можуть бути використані для апроксимації дисперсного складу азотно-кальцієво-гумінових добрив, також, у подальшому планується провести ряд розрахунків для інших складів мінерально-гумінових твердих композитів. Використання нечіткої логіки також планується для апроксимації не тільки дисперсного складу отриманого продукту, але й в подальшому для загальної оцінки якості продукту і процесу.

Перелік посилань:

1. Kornienko Y Modelling of multifactor processes while obtaining multilayer humic-mineral solid composites / Y Kornienko, R Sachok, O Tsepkało //Chemistry, Vol. 20, Iss. 3 (2011) p E19-E26

2. Процес гранулоутворення мінерально-гумінових добрив: Монографія. [Електронне видання]монографія для студентів, які навчаються за напрямком "Машинобудування" спеціальність "Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів" / НТУУ "КПІ"; уклад. Я.М.Корнієнко, Р.В. Сачок – Київ: НТУУ "КПІ", 2014. – 158 с. – назва с екрана; доступ: http://ci.kpi.ua/METODA/Monografia_Sachok_Kornienko.pdf

ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕПЛОБМІННИКА

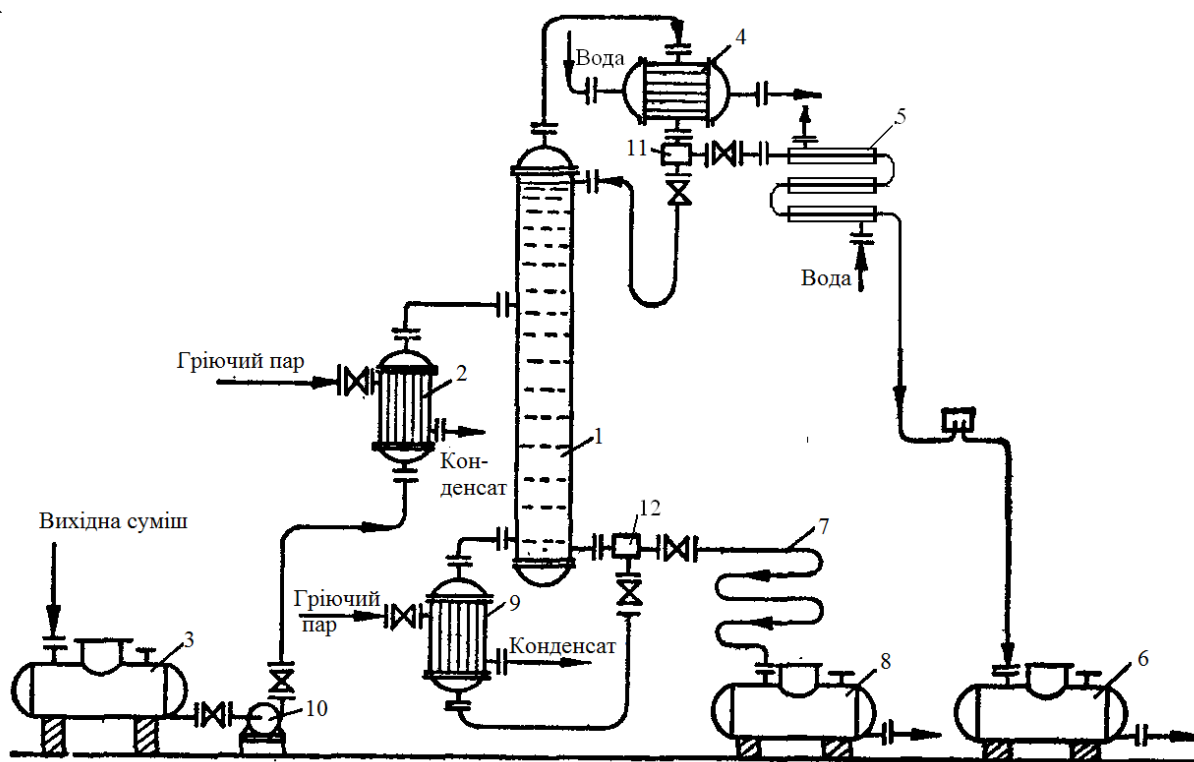
«ТРУБА В ТРУБІ» В ПРОЦЕСІ РЕКТИФІКАЦІЇ

студент С. Г. Мішуков, к.т.н., доц. І. А. Андреев

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Типова схема процесу неперервної ректифікації подана на рисунку.



- 1 – ректифікаційна колона; 2 – нагрівач; 3 – ємність для вихідної суміші;
4 – дефлегматор; 5 – холодильник-конденсатор; 6,8 – збірники; 7 –
холодильник кубового залишку; 9 – кип'ятильник; 10 – насос;
11 – розподільувач флегми; 12 – сепаратор.

Рисунок – Схема неперервної дії ректифікаційної установки:

Вихідна суміш з ємності 3 насосом 10 подається в нагрівач 2, де нагрівається водяною парою до температури кипіння, а далі – у

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

ректифікаційну колону 1. . В ректифікаційній колоні 1 відбувається розділення компонентів на висококиплячий і низькокиплячий компоненти. В нижню частину колони стікає рідина, що майже повністю складається з висококиплячого компонента. Частина її (кубовий залишок) безперервно відводиться, а інша частина випарюється за рахунок граючої пари, що підводиться з кип'ятильника 9. В дефлегматорі 4 частина пари конденсується і вертається у колону 1, де стікає зверху вниз у вигляді флегми. Друга частина пари подається в конденсатор 5, де вона конденсується і отриманий дистилят охолоджується. Продукти процесу ректифікації (кубовий залишок і дистилят) збираються у збірниках 8 і 6, відповідно.

Удосконалений холодильник-конденсатор «труба в трубі» 5 містить нове виконання патрубків у вигляді зігнутих на 90° кінцевих ділянок зовнішніх труб. Прямолінійні внутрішні труби, які розміщуються всередині зовнішніх труб, традиційно з'єднуються між собою за допомогою калачів з фланцями. Розташування кінцевих ділянок кожної із зовнішніх труб може здійснюватися в одній площині без повороту одна відносно одної, з поворотом одна відносно одної на 90° чи 180°, що забезпечує складання теплообмінника майже з довільним розташуванням зовнішніх труб у просторі. Запропонована конструкція теплообмінника розширює технологічні можливості теплообмінника в цілому, зменшує матеріалоемність апарата, а також робить його компактним. А плавний згин кінцевих ділянок зовнішніх труб сприяє зниженню гідравлічного опору міжтрубного простору теплообмінника [1].

Перелік посилань:

1. Пат. 122867 U Україна МПК (2006.01) F28D 7/10. Теплообмінник «труба в трубі» / Мікульонок І.О., Андреев І.А., Мішуков С.Г.; заявник і патентовласник вони ж. – № у 201708938; заявл. 08.09.2017; опубл. 25.01.2018, Бюл. № 2.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ГЛУТАМІНОВОЇ КИСЛОТИ

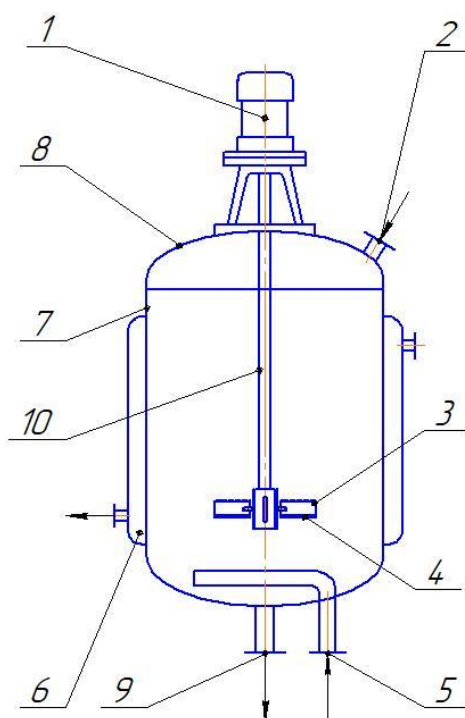
студентка Ю.П.Новікова, к.т.н., доц. О.Г.Зубрій

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

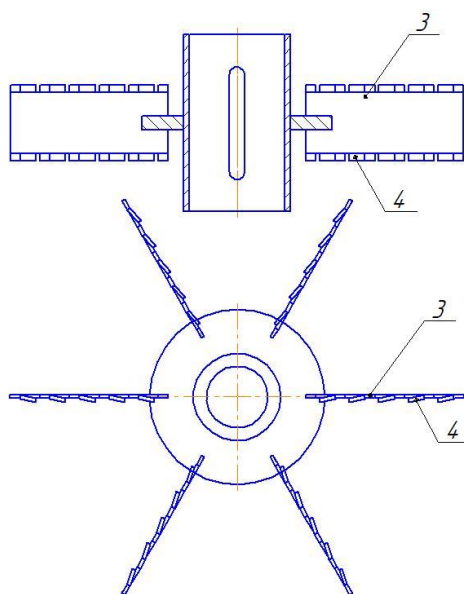
Глутамінова кислота є однією із важливих амінокислот, яка відіграє роль в процесах обміну речовин людського організму. Її широко використовують як медичний препарат, при розладах нервової системи та психічних захворювань; солі глутамінової кислоти – глутамат натрію використовують, як харчову добавку до продуктів харчування [1].

Глутамінову кислоту виготовляють мікробіологічним синтезом, який є найбільш використовуваним способом[2]. Одним із основних апаратів в лінії виробництва є реактор. Схема апарату показана на рисунку 1.



- 1 – привід; 2 – вхідний патрубок; 3 – мішалка; 4 – вирізані пластини;
5 – барботер; 6 – оболонка; 7 – корпус; 8 – кришка; 9 – вихідний патрубок;
10 – вал

Рисунок 1 – Схема реактора



3 – мішалка; 4 – вирізані пластини

Рисунок 2 – Турбінна мішалка

В самому реакторі одну із важливих ролей відіграє перемішуючий пристрій. В даному апараті це турбінна мішалка, у якої на лопатях зверху та знизу зроблені вирізи частина яких відгинається від осі лопаті на деякий кут. Схема турбінної мішалки зображена на рисунку 2.

Така конструкція перемішуючого пристрою дозволяє розбивати потік на менші потоки, що в цілому збільшує турбулізацію середовища, а отже дозволяє інтенсифікувати процеси тепло та масообміну.

Перелік посилань:

1. <http://vesvnorme.net/zdorovoe-pitanie/glutaminovaja-kislota.html> від 28.03.2018 р.

2. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств.-М.: Легкая и пищевая пром-сть. 1982.-264с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК

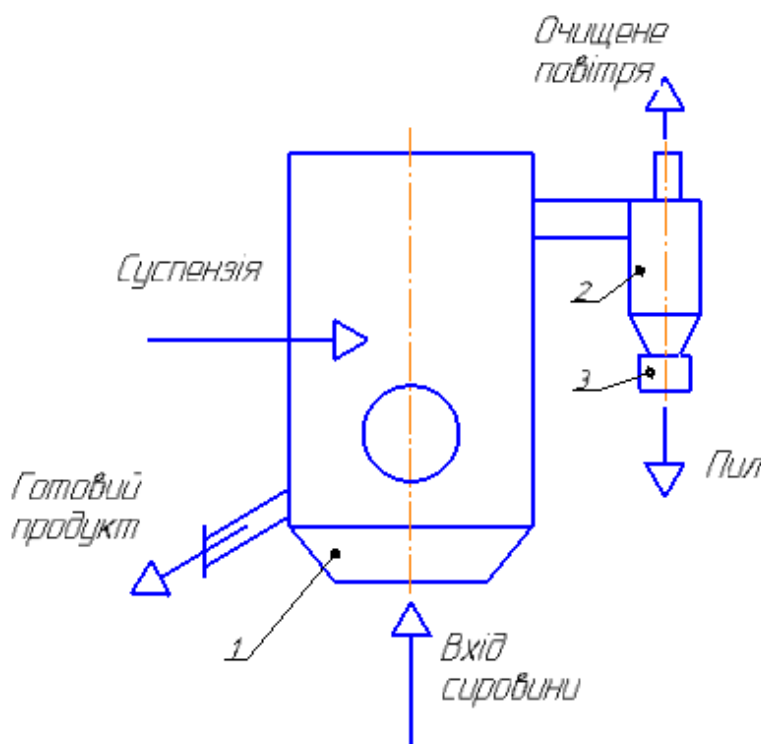
студент Новодворський В.В., к.т.н, доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Дослідження ефективності роботи циклонного апарата [1] є надзвичайно важливим процесом. Ефективність залежить від розміру частинок. Частинки розміром менше 5 мкм погано вловлюються.

В процесі створення гумінових органо-мінеральних добрив генерується значна кількість твердих дрібнодисперсних частинок та водяної пари. Для їх вловлювання було запропоновано використовувати подачу дрібнодисперсної фази води і одночасне охолодження корпусу циклону, для виявлення впливу параметрів процесу вловлювання створено установку рисунок 1, де здійснюється виробництво азото-гумінових і азото-мінеральних добрив.



1-диспергатор; 2-циклон; 3-бункер

Рисунок 1 – Схема проведення процесу

В процесі вловлювання було відібрано проби пилу, що вловлено в циклоні та проведено визначення фракційного складу. Результати визначення фракційного складу зображено на рисунку 2.

Для кожного зразка пилу було проведено визначення розміру частинок і їх кількості 5 разів. Де ряду 1 відповідає кількість частинок, а ряду 2 діапазон розміру частинок в мм. Було відібрано 8 проб. Осередженні результати зображені на рисунку 2.

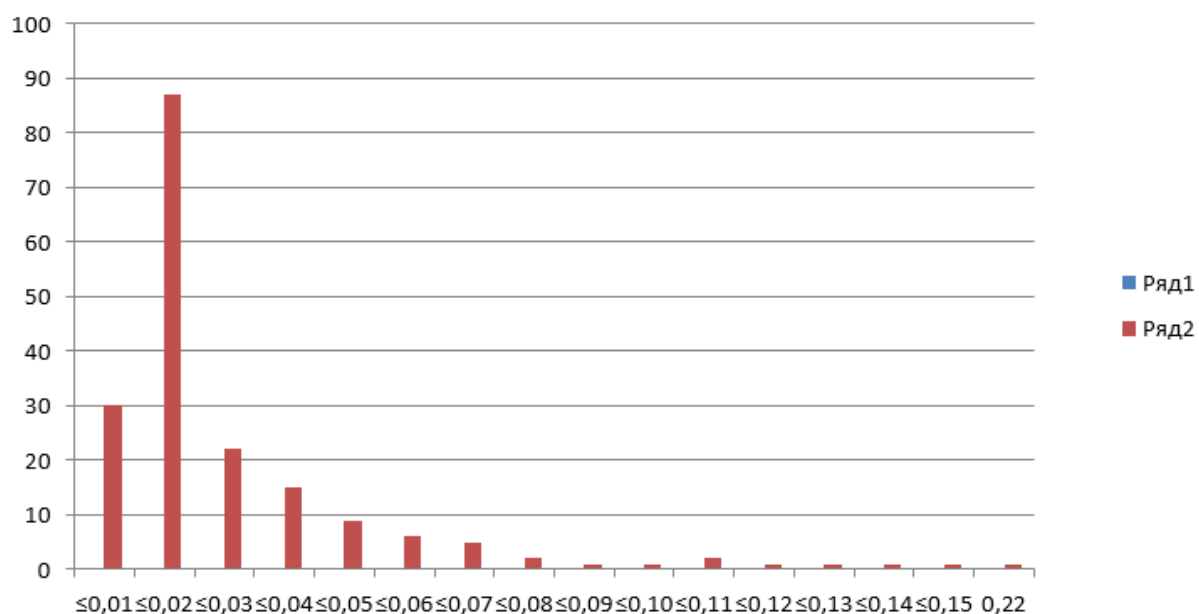


Рисунок 2–Фракційний склад пилу в циклоні

Висновки: встановлено розподіл розміру частинок в циклоні, що дозволить моделювати процес вловлювання високодисперсних частинок.

Перелік посилань:

1. Патент України на корисну модель u201706008, МПК В04С 3/00. Циклон/Корнієнко Я.М., Орленко А.Ю., Степанюк А.Р., заявл. 15.06.2017.

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ УЛОВЛЮВАННЯ
БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ ПРИ ОДЕРЖАННІ
ГУМІНОВО–МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ**

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

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Атмосферне повітря забруднюється в значній мірі промисловими викидами та побутовими пилом, в більшому ступені – промисловими викидами шкідливих газів та індустриального пилу. Забруднення атмосферного повітря негативно впливає на організм людини, тварин та рослинність, призводить до значних збитків в господарській діяльності, викликає глибокі зміни в біосфері.

Причини пилоутворення – недосконалість технологічного процесу, обладнання, недостатня їх герметизація, порушення технологічних режимів [1].

Очистка повітря від композитних забруднень при виробництві органо-мінеральних добрив є нагальною проблемою. Можливі декілька способів очистки. Традиційно використовують очистку повітря циклоном із подальшою доочисткою у скрубєрі.

Швидкість осадження у полі відцентрових розраховують за виразом

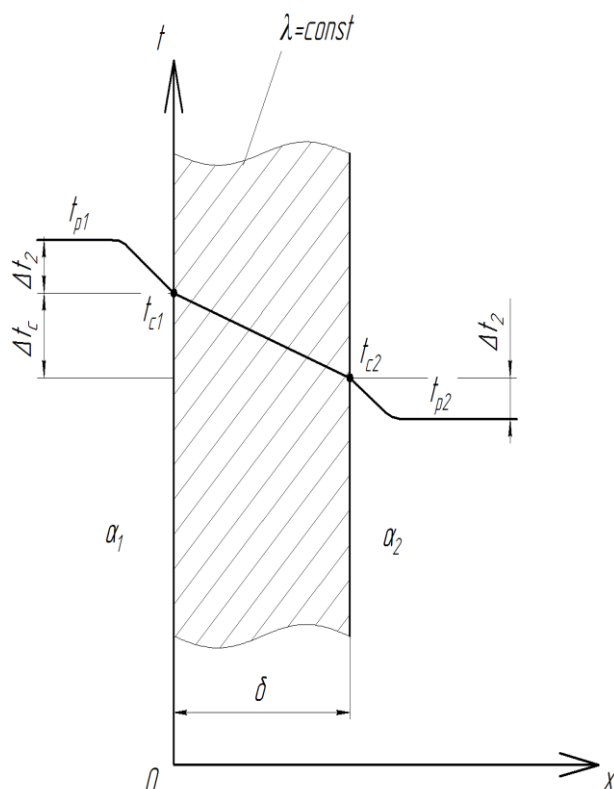
$$w_0 = \frac{dr}{dt'}$$

і час осадження

$$\tau_0 = S = \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{w_0}$$

Якщо розглядати теплопередачу через плоску стінку, то температура буде функцією тільки однієї координати x і диференціальне рівняння теплопровідності для розглядуваного випадку запишеться у вигляді [2]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{d^2 t}{dx^2}.$$



Початкові умови для

цього випадку:

при $\tau=0$, $t_{p1}=90^\circ\text{C}$; $t_{p2}=15^\circ\text{C}$.

В загальному випадку можна

записати граничні умови

третього роду [3]:

$$q \frac{1}{\alpha_1} = t_{p1} - t_{c1}$$

$$q \frac{\delta}{\lambda} = t_{c1} - t_{c2}$$

$$q \frac{1}{\alpha_2} = t_{c2} - t_{p2}$$

Рис. 1 – Теплопередача через плоску стінку

Висновок: отримана математична модель дозволить дослідити основні параметри, що впливають на процес уловлювання багатокомпонентних систем при одержанні гуміново-мінеральних композитів.

Перелік посилань:

1) Луценко М.М., Кулик М.І. Шляхи забезпечення екологічної безпеки промислових об'єктів: Науковий журнал «Безпека життя і діяльності людини-освіта, наука, практика» №3 (25)/ т.1// Київ, 2017– 25-27с.

2) Корнієнко Я.М., Лукач Ю.Ю., Мікульонок І.О., Ракицький В.Л., Рябцев Г.Л., Процеси та обладнання хімічної технології: підруч. У 2 ч., 1ч.–К.: НТУУ «КП», 2011. с. 18, 45.

3) Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С., Теплопередача. Учебник для вузов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1975, с.29-31.

УТИЛІЗАЦІЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

магістрант Панченко Д.М.; к.т.н., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

На машинобудівних і металургійних підприємствах при обробці та прокатки металу застосовуються мастильно-охолоджуючі рідини (МОР) [1]. При постійній роботі МОР забруднюється різними домішками механічного походження, до них потрапляють різні дрібні відходи, місцева мікрофлора, а також сторонні масла та інші рідини, через що МОР стає невідповідна заданим вимогам і настає необхідність в заміні старої МОР, на нову, а відпрацьована МОР потребує утилізації. Злив використаних МОР в каналізаційну систему є економічно не вигідним, крім того, МОР, потрапляючи в природне середовище, завдає шкоди екології і здоров'ю населення, тому питання утилізації відпрацьованих МОР є актуальним.

Методи утилізації емульсійних МОР засновані на руйнуванні незмішувальної системи, розділенні суміші на окремі компоненти і їх очищення. Для руйнування емульсій застосовують такі методи, як центрифугування, реагентна коагуляція, термічний вплив та їх комбінації [2].

1. Центрифугування. Результатом високошвидкісного обертання суміші у центрифугі є зруйнована колоїдна система: оливи з меншою густиною, ніж у води, стає відокремленим від дисперсної фази. Руйнування гідратної оболонки емульгатора на поверхневому шарі оливних молекул сприяє полегшенню центрифугування, для цього в емульсію додають кислоту.

2. Реагентна коагуляція полягає у додаванні у емульсію сульфатів алюмінію, заліза та хлориду заліза (III) спільно з гідроксидом кальцію або натрієвим лугом. Загальна концентрація реагентів приблизно дорівнює 7...8 г/л. Хімічні процеси, що відбуваються в системі руйнують емульсію.

Далі рідина відстоюється і мінеральні сполуки осідають. Отриманий осад піддають видаленню і подальшій утилізації.

3. Термічний метод полягає у тому, що руйнування емульсій виконується під дією тепла. При нагріванні емульсії плівка емульгатора розширюється і руйнується, а краплі рідини зливаються один з одним. МОР зазвичай відстоюють і нагрівають в резервуарах-відстійниках при температурі до 70 °С, але зустрічаються емульсії, які не руйнуються навіть при 120 °С.

Утилізація відпрацьованих МОР дозволяє отримати відносно нешкідливі речовини, такі як очищена вода і гіповмісткий осад, які можна використовувати в промисловості повторно.

Перелік посилань:

1. Каменская А.А., Ковалова Р.И., Лабецкий В.М. Воздействие производств обработки металлов резанием машиностроительных предприятий на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба: Аналит. Обзор / ГПНТБ СО РАН; Алт. Политехн. ин-т. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1992. – 102 с.

2. Утилизация смазочно-охлаждающих жидкостей // Vtorothody. – Режим доступу: <https://vtorothody.ru/utilizatsiya/sozh.html> (дата звернення 30.03.18).

РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР РЕЦЕПТУР МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

магістрант Панченко Д.М.; к.т.н., доцент Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

На металообробних підприємствах одним із шляхів інтенсифікації режимів різання металів, забезпечення високої якості обробленої поверхні і збільшення стійкості ріжучих інструментів є правильний вибір і використання мастильно-охолоджуючих рідин (МОР) [1]. До теперішнього часу розроблено і успішно використовується велика кількість МОР найбільшого поширення серед яких набули рідкі системи на основі води, оливи і синтетичних сполук з додаванням присадок, що дозволяють пристосувати властивості МОР до конкретних умов механічної обробки матеріалів. Саме тому питання раціонального вибору рецептур МОР є актуальним.

Водні МОР поділяють на чотири групи: 1) розчини електролітів; 2) оливні емульсії; 3) синтетичні МОР; 4) напівсинтетичні МОР [2].

До першої групи МОР відносяться розчини солей неорганічних кислот (соди, бури, хлористого калію та ін.) з концентрацією не більше 2 %, щоб уникнути випадіння в осад твердих мінеральних відкладень. Розчини електролітів прозорі, і тому їх застосовують при операціях, що вимагають візуального контролю над процесом різання. Вони мають високу охолоджуючу здатність, знижують корозійну агресивність і покращують функціональні властивості води.

Оливні емульсії виготовляють на основі концентратів - емульсолів, які складаються з оливної основи, емульгатора, а також протизносних, протизадирних та інших присадок. Оливна основа являє собою суміш різних мінеральних олив, вміст яких в емульсолі досягає 70...85 %. Емульгатори запобігають злипанню крапель оливи і грають роль змащувальних речовин та інгібіторів корозії. Це добре розчинні у воді мильні продукти або мінеральні високодисперсні порошки, що сприяють прилипанню і закріпленню крапель оливної основи. Як інгібітори корозії використовують, наприклад,

кальциновану соду, тринатрійфосфат та ін. їх вміст в емульсолах становить 0,5...5,0 %. Для захисту від мікроорганізмів в МОР додають бактерицидні присадки у кількості до 0,05...0,15 %. Залежно від особливостей технологічної операції виготовляють МОР з різною концентрацією емульсолів, зазвичай 0,05...20,0 %.

Основними компонентами синтетичних МОР є водорозчинні органічні речовини, в основному поверхнево-активні речовини, за відсутності в їх складі мінеральної оливи. Синтетичні МОР застосовують у вигляді 1...10 % водних розчинів.

До складу напівсинтетичних МОР входять малов'язкі мінеральні або синтетичні оливи, органічні рідини і водорозчинні полімери. Основа напівсинтетичних МОР - вода (до 50% всього складу), а емульгаторів в рідині міститься до 40 %. Перед застосуванням їх необхідно розбавити водою до 1...10 % розчину.

За результатами аналізу рецептур водорозчинних МОР встановлено, що найбільш найбільшого поширення набули МОР до складу яких входять: триетаноламін (3...7 %) - для механічної обробки металів, найчастіше при шліфуванні; мінеральна олива (30...50 %) та індустріальна олива (20...40 %) - для механічної обробки металів, в основному абразивної; тританол Б (2...2,5 %); кальцінована сода (0,1...5 %) - для механічної обробки металів, використовують для підвищення стійкості металоріжучого інструменту; олеїнова кислота (2...10 %) - для обробки металів різанням, в тому числі, на операціях лезвійної та абразивної обробках чорних металів; нітрит натрію (0,3...2 %) - для механічної обробки металів, а саме шліфування, свердління, фрезерування та токарна обробка.

Перелік посилань:

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

2. Каменская А.А., Ковалова Р.И., Лабеецкий В.М. Воздействие производств обработки металлов резанием машиностроительных предприятий на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба: Аналит. Обзор / ГПНТБ СО РАН; Алт. Политехн. ин-т. — Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1992. — 102 с.

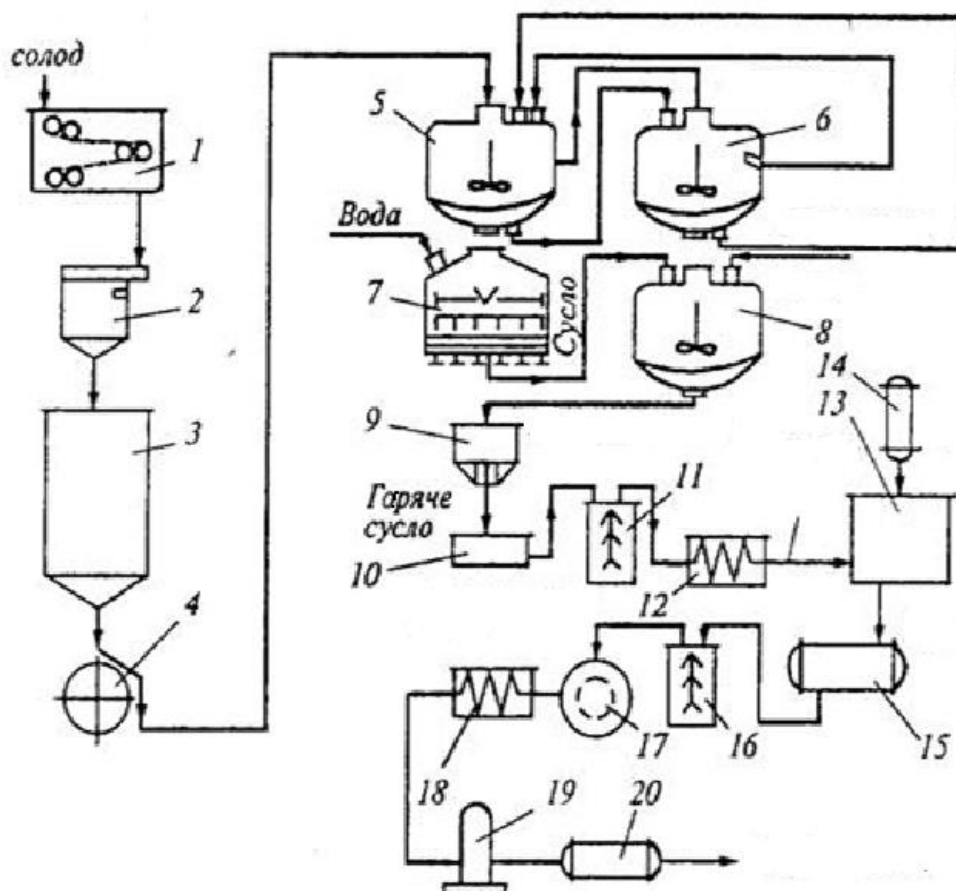
ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕПЛОБМІННИКА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

студент Пищик Б.І., к.т.н., доц. Андреев І.А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Технологічна схема лінії виробництва пива подана на рисунку.



- 1 – вальцьова дробарка; 2 - ваги; 3 - бункер; 4 - магнітовловлювач; 5,6 - заторний апарат; 7 - фільтраційний апарат; 8 - варочний апарат; 9 – хмілевідділювач; 10 - збірник; 11 - сепаратор; 12 - пластинчатий теплообмінник; 13 - бродильний чан; 14 - чан с дріжджами; 15 - танк; 16 - сепаратор-освітлювач; 17 - фільтр; 18 – теплообмінник «труба в трубі»; 19 - карбонізатор; 20 – танк

Рисунок – Машинно-апаратна схема лінії виробництва пива

Охолоджене сушло зливають в бродильний чан 13 разом з дріжджами з чана 14. Після бродіння, яке триває 6...8 діб, молоде пиво відділяють від дріжджів і перекачують в танк 15 для доброжування протягом 11...90 діб. Після закінчення доброжування пиво під тиском діоксиду вуглецю нагнітають в сепаратор-освітлювач 16 і фільтр 17, де воно звільняється від зважених в ньому дріжджів, інших мікроорганізмів та дрібнодисперсних частинок. Освітлене пиво охолоджується ропою в теплообміннику типу «труба в трубі» 18, насичується (при необхідності) діоксином вуглецю в карбоні заторі 19 і зливається в танк 20. Відфільтроване пиво з танка 20 під тиском подають в відділення пакування в споживчу та торгову тару.

Модернізований теплообмінник «труба в трубі» 18 містить з'єднані між собою за допомогою патрубків зовнішні труби й розміщені в них внутрішні труби, споряджені на своїх кінцевих ділянках фланцями. При цьому одну з кінцевих ділянок кожної з внутрішніх труб виконано зігнутою з кутом згину 180°, а другу – прямолінійною [1].

Запропонований теплообмінник характеризується меншою матеріалоємністю через те, що виконання внутрішніх труб із зазначеними відмітними ознаками дає змогу відмовитися від калачів як таких і, відповідно, додаткових фланцевих з'єднань.

Крім того, зменшення кількості фланцевих з'єднань також підвищує надійність теплообмінника.

Перелік посилань:

1. Пат. 122866 U Україна МПК (2006.01) F28D 7/10. Теплообмінник «труба в трубі» / Андреев І.А., Мікульонок І.О., Пищик Б.І.; заявник і патентовласник вони ж. – № у 201708937; заявл. 08.09.2017; опубл. 25.01.2018, Бюл. № 2.

**ЕКСПРЕМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ТЕПРОПОВІДНОСТІ**

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Для детального дослідження теплопровідності полімерних матеріалів, та контактного термічного опору між металом та полімером запропоновано конструкцію експериментальної установки (рисунок 1).

Установка працює у стаціонарному режимі. Теплота від нагрівача 1 передається через алюмінієву пластину 2; плаский зразок полімеру 3, який досліджується; ще одну алюмінієву пластину 4; калібрований термічний опір 5; радіатор 6, що охолоджується повітрям за допомогою вентилятора 7.

Алюмінієві пластини 2, 4 використовуються для згладжування нерівномірності теплового поля, в них вмонтовано термістори для вимірювання температури на різних відстанях від контактних поверхонь. Математична обробка отриманих результатів вимірювання дозволяє визначити температурні поля і температури на поверхні алюмінієвих пластин, що контактують з пласким зразком полімеру.

Теплова потужність нагрівача з достатньою точністю регулюється та вимірюється лабораторним блоком живлення.

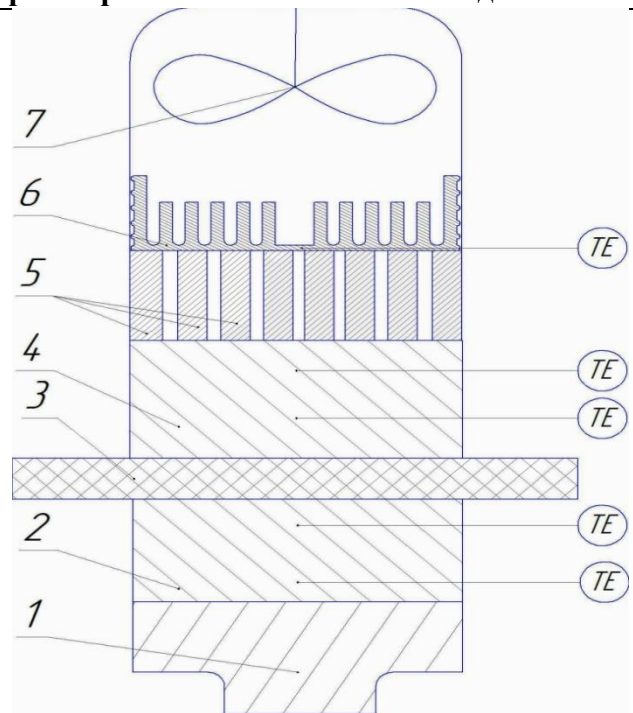
Для досліджень в області температур більше 50°C встановлено калібрований термічний опір 5, який збільшує різницю температур між дослідним зразком та навколишнім середовищем.

Для визначення термічного опору контакту дослідного зразка полімеру з металом проводиться серія експериментів з одним, двома та трьома зразками однакової товщини, та вирізані з одного виробу.

Для опису процесу теплопровідності через плаский зразок полімеру було запропоновано систему:

$$\left\{ \begin{aligned} Q_I &= \frac{1}{2r_{Me-Pol} + \frac{\delta}{\lambda}} F \Delta t + Q_{втрата}(t) \\ Q_{II} &= \frac{1}{2r_{Me-Pol} + r_{Pol-Pol} + \frac{2\delta}{\lambda}} F \Delta t + Q_{втрата}(t) \\ Q_{III} &= \frac{1}{2r_{Me-Pol} + 2r_{Pol-Pol} + \frac{3\delta}{\lambda}} F \Delta t + Q_{втрата}(t) \end{aligned} \right.$$

де Q_I, Q_{II}, Q_{III} - кількість теплоти, що проходить через досліджуваний матеріал (1, 2, 3 шари плівки), Дж; r_{Me-Pol} - термічний опір контакту полімер-метал; δ - товщина досліджуваного шару, м; λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·град); F - площа контакту, м²; Δt - різниця температур, град; $r_{Pol-Pol}$ - термічний опір контакту полімер-метал; $Q_{втрата}(t)$ - кількість теплоти, яка втрачається під час дослідження, Дж.



1 - нагрівач; 2, 4 – алюмінієва пластинка;
3- досліджуваний матеріал(плівка);
5 – калібрований термічний опір; 6 –
радіатор ; 7 – вентилятор; T -
термістори

Рисунок 1 – Схема експериментальної
установки

Система з трьох незалежних рівнянь містить три невідомих, тому замкнута і може бути розв'язана.

Висновок: запропоновано та обґрунтовано конструкцію експериментальної установки та методику визначення теплопровідності та термічного опору контакту дослідного зразка полімеру з металом.

Перелік посилань:

1. Пивень А.Н., Гречаная Н.А., Чернобыльский И.И. Теплофизические свойства полимерных материалов. Справочник. Издательское объединение «Вища школа», 1976. – 180 с.

2. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т. 1 / Пер. с англ. под ред. О. Г. Мартыненко и др.— М.: Энергоатомиздат, 1987.— 560 с: ил.

ТЕЧІЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В КАНАЛІ ВІБРОЕКСТРУДЕРА ПРИ ФОРМУВАННІ ВИРОБІВ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

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

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Для виготовлення якісних фібробетонних виробів круглого поперечного перерізу авторами була запропонована нова конструкція віброекструдера, яка дозволяє використовувати фібробетонні суміші різних складів. Напрямний елемент виконано у вигляді подвійного конуса, який забезпечує переважно поздовжню орієнтацію фібр у всьому виробі [1].

При розгляді процесу формування виробів враховується, що фібробетонні суміші використаних складів при віброекструзії являють собою псевдоньютонівські системи.

У випадку ламінарного ізотермічного плинину нестисливої ньютонівської рідини у каналі довільного поперечного перерізу рівняння Нав'є-Стокса в прямокутній системі координат (x, y, z) з напрямком руху вздовж осі z приймає наступний вигляд:

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

В наведеній формулі: U – швидкість, м/с; μ – динамічна в'язкість суміші, Па·с; p – тиск, Па.

Крайові умови задачі встановлені з припущення про нерухомість рідини біля стінок каналу: $U_z(x, y)|_{\Gamma} = 0$.

Також, задача плинину у каналі запропонованого віброекструдера була вирішена за допомогою програми SolidWorks.

Результати виконаних розрахунків відносних швидкостей віброекструзії фібробетонної суміші на виході з каналу бункера віброекструдера подано на рисунку 1.

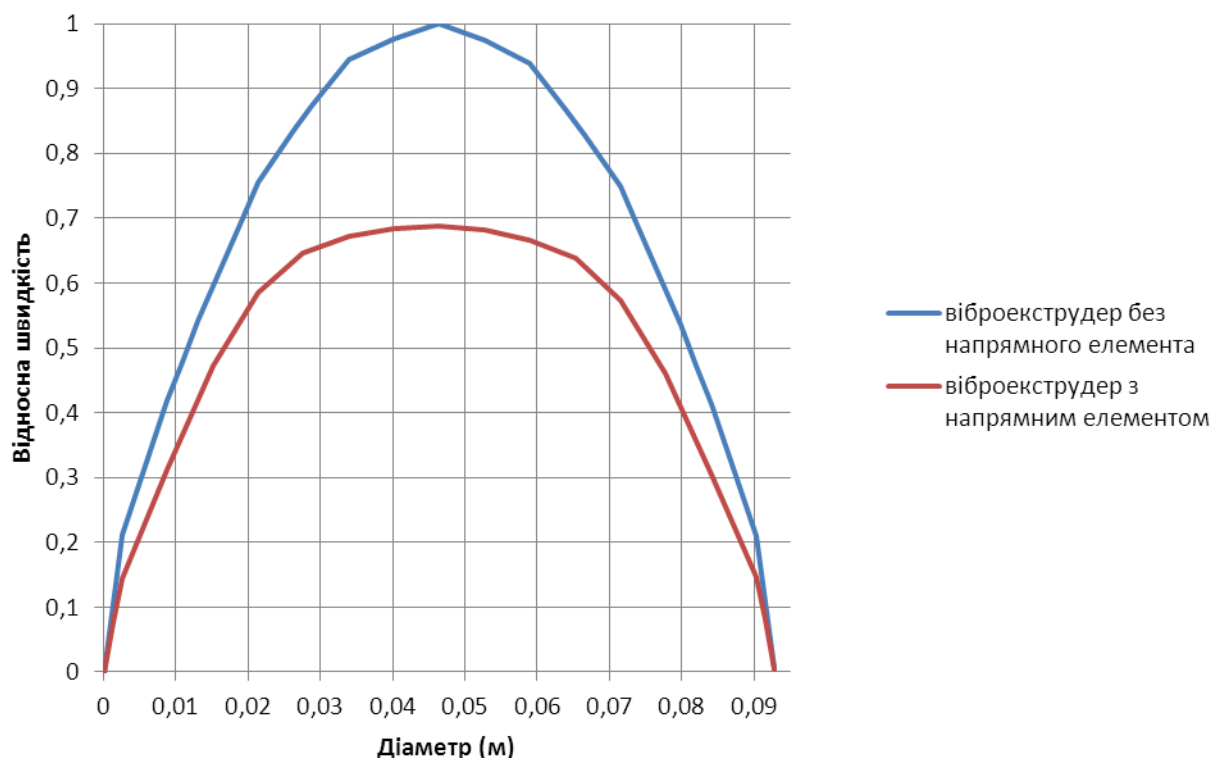


Рис. 1 – Результати моделювання плинності фібробетонної суміші в програмному середовищі SolidWorks

Отримані результати відповідають теоретичному моделюванню процесу наведеними методами з похибкою 8%. Надалі передбачається удосконалити методику розрахунку віброекструдера і виконати експериментальну перевірку результатів теоретичних розрахунків.

Перелік посилань:

1. Патент 117267 України. МПК (2016.01). В28В13/00. Віброекструдер для змішання і формування фібробетонних виробів круглого поперечного перерізу. Андреев І. А., Пригорницький Т. М.; заявник вони ж. — № у 201613025; заявл. 20.12.2016, опубл. 26.06.2017, бюл. №12.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ФОРМУЮЧОЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА

студент Сацердотов А.О., ст . викл. Двойнос Я.Г.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Спінений поліетилен широко використовується – це універсальний будівельний гідро– звуко– вібро– теплоізоляційний матеріал. Його закрита комірчаста структура має вкрай низьку гігроскопічність, завдяки чому практично не вбирає вологу. Спінений поліетилен (ПЕ) має чудову здатність до звукопоглинання, що дозволяє використовувати його в якості звукоізоляції. Матеріал також досить активно використовується різними службами і споживачами для захисту трубопроводів від потіння і утворення конденсату. При цьому сам матеріал довгостроково зберігає власні вихідні характеристики.

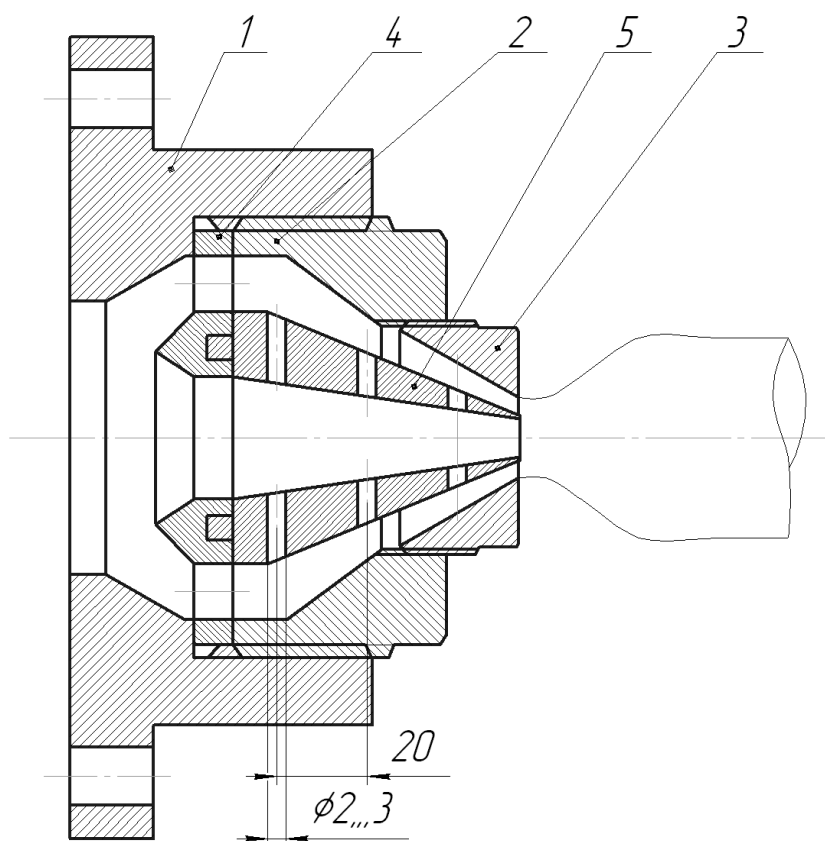
Джгути з спіненого матеріалу масово використовуються для ущільнення будівельних конструкцій.

Однією з найважливіших частин лінії виробництва спіненого поліетилену є формуюча головка, її геометричні розміри робочих поверхонь та технологічні параметри екструзії визначають геометричні розміри виробу, його уявну густину та долю відкритих комірок і розмір комірок. Вдосконалення конструкції формуючої головки, створення сучасних методик розрахунку є актуальним.

Технологія екструзії виробів з спіненого поліетилену передбачає підтримання у формуючому інструменті мінімально необхідного тиску для запобігання спіненню у робочих порожнинах інструменту. Дана умова викликана фізичними властивостями розчину поліетилену з спінюючим агентом, – в'язкість розчину значно менша від в'язкості розплаву чистого поліетилену, відповідно, спінення у порожнині інструменту викликає неоднорідність розплаву та брак при екструзії.

Підтримання тиску у головці досягається конструкцією робочих

Суть модернізації конструкції формуючої головки пояснюється на рисунку 1, [1]. Розплав поліетилену з розчиненим в ньому газом (фреон R22) надходить до формуючого інструменту з екструдера, далі рухається під дією тиску у каналах, що сформовані геометрією корпусу, решітки, проміжної матриці, матриці та дорну до виходу з головки. Перфорація дорну дозволяє вирівняти тиск у зовнішньому та внутрішньому потоках розплаву поліетилену і запобігти наступному розшаруванню виробу.



Корпус 1, проміжна матриця 2, матриця 3, решітка 4, дорн 5

Рисунок 1 – Головка екструдера

Така конструкція дорну розділяє потоки полімеру, що у свою чергу дозволяє збільшити тиск у формуючому інструменті та попередити передчасне спінення поліетилену в каналі.

Перелік посилань:

1. Заявка на корисну модель № u 2018 02856 Україна, заявлено 21.03.2018.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ РЕЖИМІ

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

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

Найперспективнішим методом очистки мембранних модулів є гідравлічний метод який не потребує ні хімічних компонентів які в подальшому повинні бути утилізовані, ні механічного втручання яке може зруйнувати поверхню мембрани. Але цей метод має невелику інтенсивність, що і є основним недоліком, покращити ефективність цього способу очищення можна використавши вакуумування та явище гідродинамічної кавітації [1]. Також пульсації тиску додатково інтенсифікують масообмін між промивним розчином і осадом, але параметри пульсації вивчені поверхнево і потребують більш детального експериментального дослідження .

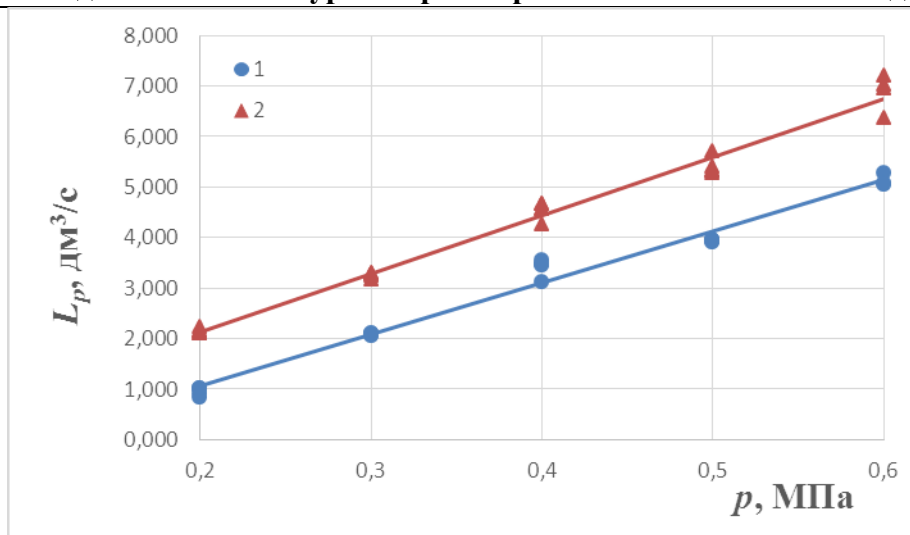
Ці дослідження були проведені на прикладі мембрани Dow Filmtec з наступними параметрами пульсації: число циклів пульсації $n_i=10$, тривалість витримки при розрідженні $\tau_i=90$ с, маса промивного розчину $m_i=0,05$ кг. (рисунок 1).

Як видно з графіка, після регенерації, з відомими параметрами пульсації, відбулося зростання продуктивності мембрани на 55,6% (коефіцієнт регенерації $\psi=0,556$).

Крім того було встановлено, що зі збільшенням числа циклів пульсацій ефективність регенерації збільшується, як показано на рисунку 2.

Також було встановлено, зі збільшенням кількості промивного розчину ефективність регенерації також збільшується. Кількість промивного розчину, що використовувалась варіювалась від 50 г до 250 г.

Час витримки впливає на регенерацію навпаки. Зі збільшенням часу витримки під розрідженням, ефективність регенерації зменшувалась.



1 – продуктивність мембранного модуля до регенерації;

2 – продуктивність мембранного модуля після регенерації

Рисунок 1 – залежності продуктивності мембрани від робочого тиску

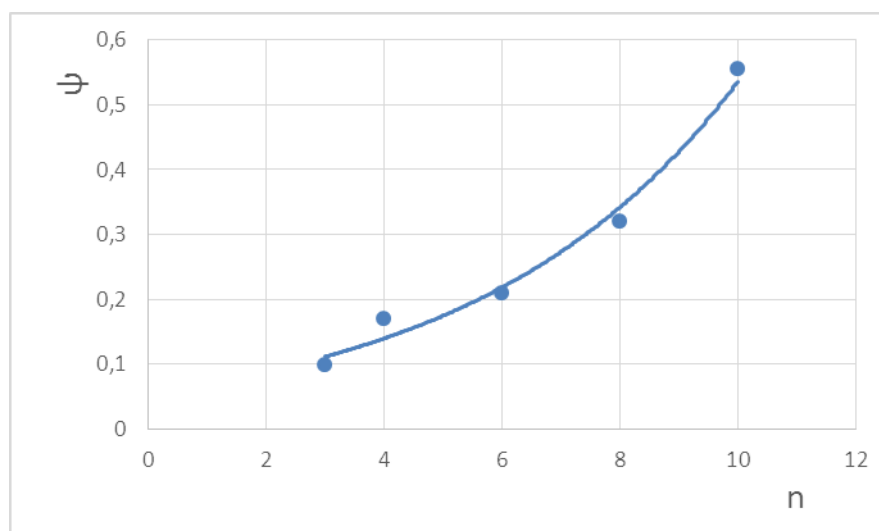


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта регенерації від числа циклів пульсації

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що застосування пульсацій підвищують ефективність регенерації мембранних модулів. Крім того, існує можливість підбирати найбільш раціональні режими проведення процесу регенерації.

Перелік посилань:

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

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СУШІННЯ БІОМАСИ

пр.н.с., д.т.н Сорокова Н.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Використання біомаси в якості сировини для отримання паливних брикетів і гранул має великий потенціал у відновлювальній енергетиці України. Для отримання пелет високої якості сировина повинна мати вологість 8–12%. У більшості видів біомаси (солома, стебла кукурудзи, енергетична верба) початковий вміст вологи по відношенню до загальної маси складає 50–60%, що призводить до необхідності забезпечувати її зневоднення. Сушіння біомаси здійснюється переважно в барабанних сушарках після попереднього її подрібнення при температурах 120–170°C. Форма подрібнених частинок стеблин рослин є близькою до порожніх або суцільних циліндрів кінцевої довжини.

Математична модель тепломасопереносу при сушінні колоїдних капілярно-пористих тіл циліндричної форми будується на базі рівняння переносу субстанції [1]. За умов рівномірного омивання частинок сушильним агентом:

$$c_{\text{еф}} \left(\frac{\partial T}{\partial t} + w_{\text{еф}r} \frac{\partial T}{\partial r} + w_{\text{еф}y} \frac{\partial T}{\partial y} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_{\text{еф}} r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_{\text{еф}} \frac{\partial T}{\partial y} \right) - LI_V, \quad (1)$$

$$\frac{\partial U_{\text{ж}}}{\partial t} + \frac{\partial (w_{\text{ж}r} U_{\text{ж}})}{\partial r} + \frac{\partial (w_{\text{ж}y} U_{\text{ж}})}{\partial y} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(D_{\text{ж}r} r \frac{\partial U_{\text{ж}}}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{\text{ж}} \frac{\partial U_{\text{ж}}}{\partial y} \right) - I_V - \frac{U_{\text{ж}}}{1 - \varepsilon_V} \frac{\partial \varepsilon_V}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial U_{\text{п}}}{\partial t} + \frac{\partial (w_{\text{п}r} U_{\text{п}})}{\partial r} + \frac{\partial (w_{\text{п}y} U_{\text{п}})}{\partial y} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(D_{\text{п}r} r \frac{\partial U_{\text{п}}}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{\text{п}} \frac{\partial U_{\text{п}}}{\partial y} \right) + I_V - \frac{U_{\text{п}}}{1 - \varepsilon_V} \frac{\partial \varepsilon_V}{\partial t}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial U_{\text{в}}}{\partial t} + \frac{\partial (w_{\text{в}r} U_{\text{в}})}{\partial r} + \frac{\partial (w_{\text{в}y} U_{\text{в}})}{\partial y} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(D_{\text{в}r} r \frac{\partial U_{\text{в}}}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{\text{в}} \frac{\partial U_{\text{в}}}{\partial y} \right) - \frac{U_{\text{в}}}{1 - \varepsilon_V} \frac{\partial \varepsilon_V}{\partial t}, \quad (4)$$

де T – температура; t – час; $U_{\text{ж}}$, $U_{\text{п}}$, $U_{\text{в}}$ – об'ємні концентрації рідкої, парової та повітряної фаз; $D_{\text{ж}}$, $D_{\text{п}}$ – ефективні коефіцієнти дифузії, $D_{\text{ж}} = \gamma_D [\exp(A_D / RT) - 1]^{-1}$ [2], $D_{\text{п}} = \gamma_{\text{п}} T^{3/2} / P_{\text{г}}$, A_D – енергія активації; L , I_V – питомі теплота та інтенсивність випаровування; $\lambda_{\text{еф}}$, $c_{\text{еф}}$ – ефективні теплопровідність та теплоємність, $\lambda_{\text{еф}} = \lambda_{\text{т}} U_{\text{т}} / \rho_{\text{т}} + \lambda_{\text{ж}} U_{\text{ж}} / \rho_{\text{ж}} + \lambda_{\text{п}} U_{\text{п}} / \rho_{\text{п}} + \lambda_{\text{в}} U_{\text{в}} / \rho_{\text{в}}$, $c_{\text{еф}} = c_{\text{т}} U_{\text{т}} + c_{\text{ж}} U_{\text{ж}} + c_{\text{п}} U_{\text{п}} + c_{\text{в}} U_{\text{в}}$; $w_{\text{еф}k}$ – ефективна швидкість фільтрації зв'язаної речовини в напрямку k ($k = r, y$), $w_{\text{еф}k} = [w_{\text{ж}k} c_{\text{ж}} U_{\text{ж}} + w_{\text{п}k} (c_{\text{п}} U_{\text{п}} + c_{\text{в}} U_{\text{в}})] / c_{\text{еф}}$. Відносна об'ємна деформація ε_V знаходиться з рівняння

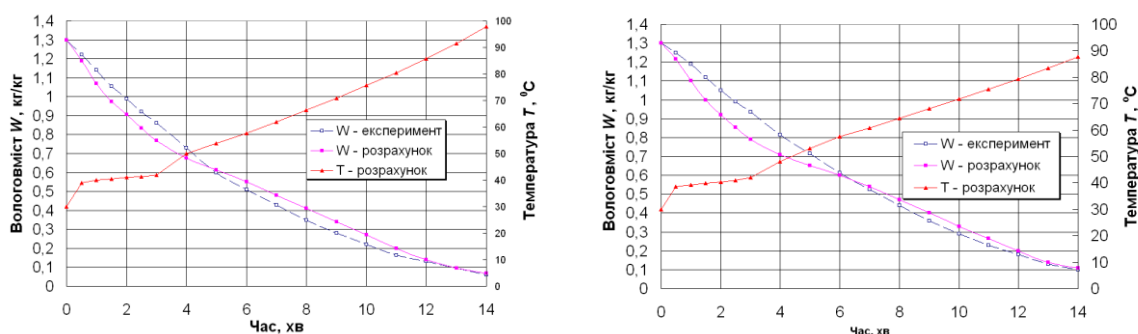
термоконцентраційного деформування [1]. Інтенсивність випаровування на зовнішніх поверхнях частинок [2]:

$$I = \gamma_c \left\{ \varphi_T \left(\exp \left[A / (RT) \Big|_{v=0} \right] - 1 \right)^{-1} - \varphi_c \left(\exp \left[A / (RT_c) \right] - 1 \right)^{-1} \right\}, \quad \gamma_c = \varepsilon \rho_{ж} \delta^* / 4. \quad (5)$$

Тут ε – коефіцієнт випромінювання; φ_T – вологість парогазової суміші, якій згідно ізотерми сорбції відповідає величина $U_{ж}$; v – нормаль до поверхні; T_c і φ_c – температура і відносна вологість зовнішнього середовища.

Вираз для інтенсивності випаровування в порах тіла випливає з (5) за умови локальної термодинамічної рівноваги, $I_V = \gamma_c [\exp(A/RT) - 1]^{-1} (\varphi_T - \varphi) S$, де площа контакту рідкої і газової фаз в порах тіла [1]: $S = (2\sqrt{1 - \varphi_T} / \rho_{ж} \delta^*) (\partial U_{ж} / \partial \varphi_T)$. Похідна $\partial U_{ж} / \partial \varphi_T$ знаходиться з рівняння ізотерми десорбції.

Чисельне рішення (1)–(4) проводилось при граничних умовах третього роду на базі явної трьохшарової перерахункової різницевої схеми Нікітенко М.І. [1] та процедури розщеплення алгоритму за фізичними факторами.



а) $d/h = 4,2 / 10$ мм

б) $d/h = 5,6 / 10$ мм

Рис. 1. Кінетика сушіння циліндричних частинок енергетичної верби різного діаметру при зневодненні у потоці сушильного агента з параметрами $T_c=120$ °C, $w_c = 2$ м/с, $d_c = 18$ г/кг с.п.

Висновки. Зіставлення результатів чисельного та фізичного моделювання свідчить про можливість застосування даної математичної моделі та методу її реалізації для розробки технологій сушіння біомаси в апаратах барабанного типу та вибору оптимальних режимних параметрів процесу.

Перелік посилань

1. Нікітенко Н.И., Снежкин Ю.Ф., Сорокова Н.Н., Кольчик Ю.Н. Молекулярно-радиационная теория и методы расчета тепло- и массообмена. К.: Наукова думка, 2014. 743 с.
2. Нікітенко Н.И. Проблемы радиационной теории тепло- и массопереноса в твердых и жидких средах. ИФЖ. 2000. Т. 73, № 4. С. 851 – 860.

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Целень Б.Я., Недбайло А.Є., Щепкін В.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України

При переробці молока утворюється значна кількість молочної сироватки, що відноситься до рідких технологічних відходів молочної промисловості. На сьогоднішній час близько 50% отриманої сироватки, що становить 40 млн. тон в масштабах світового виробництва, не знаходить подальшого застосування і зливається в каналізацію. З огляду на те, що для окислення органічних складових сироватки необхідно близько 50 г/л кисню, що більше, ніж в 150 разів перевищує цей показник для побутових стічних вод [1], це створює значне навантаження на очисні споруди. З іншої сторони молочною сироваткою є цінним продуктом, що містить такі компоненти як молочний цукор, білок, жир, мінерали і біологічно активні компоненти. Враховуючи вищесказане, проблема утилізації та переробки молочної сироватки на сьогоднішній день є актуальною.

Існує два шляхи вирішення цієї проблеми:

1) приведення нормативних показників (кислотності, споживання кисню тощо) молочної сироватки до вимог, що дозволяє її подальше зливання в каналізацію;

2) обробка молочної сироватки з метою отримання сировини для подальшої переробки, зокрема, отримання сухої молочної сироватки.

Другий шлях є більш раціональним, але не вся молочною сироваткою є придатною для сушіння, що зумовлено такими показниками як кислотність і солеміст, які впливають на агрегаційну здатність білків і співвідношенням між кристалічною та аморфною формами лактози при її кристалізації, а також кількістю мікроорганізмів.

Розроблена технологія дискретно-імпульсного введення енергії, що базується на сукупності гідродинамічного і термічного впливів, таких як кавітація, адіабатне закипання, високі градієнти тиску і температури, інтенсивне тепло- і масоперенесення через межу розділу фаз та ін. [2]. Проведені дослідження показали можливість вищезгаданої технології для керування такими параметрами біологічно активного середовища як кислотність, фракційний склад білків, загальне мікробне число [3], що повинно забезпечити відповідність показників молочної сироватки, які відповідатимуть вимогам сировини для отримання сухої форми продукту.

Дана технологія також успішно пройшла апробацію при безреагентній нейтралізації кислих водних середовищ, що відкриває можливість для утилізації непридатної для сушіння молочної сироватки [4].

Запропонований підхід повинен вирішити ряд проблем, які сьогодні складно вирішити традиційними способами.

Перелік посилань:

1. Бондар С. М. Технології поводження з технологічними відходами харчової промисловості: навч. посіб. / С. М. Бондар ; М-во освіти і науки України. – Одеса : Астропринт, 2010. – 120 с.

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

3. Особливості якісних змін білкового складу молока в процесі термовакуумної обробки / Шурчкова Ю.О., Ромоданова В.О., Недбайло А.Є., Целень Б.Я. // Харчова і переробна промисловість. № 1 (353), січень 2009. – С. 25–27.

4. Застосування способу дискретно-імпульсного введення енергії для нейтралізації конденсату продуктів згоряння природного газу. Долінський А.А., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Коник А.В., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П. // Наукові праці ОНАХТ. Т.81, Вип. 1, 2017. – С. 9–14.

КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛОБМІННИК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БАЗОВИХ КОМПОНЕНТІВ БЕНЗИНУ

магістрант Чеберда В.О., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Бензин – горюча суміш легких вуглеводнів. Після появи двигуна внутрішнього згорання, бензин став одним з головних продуктів нафтопереробки. Однак у міру поширення дизельних двигунів на перший план стало виходити дизельне паливо, завдяки більш високому ККД [1].

Бензин застосовується як паливо для карбюраторних і інжекторних двигунів, високо-ракетне паливо, при виробництві парафіну, як розчинник, як горючий матеріал, сировину для нафтохімії прямогонний бензин або бензин газовий стабільний. У технології виробництва базових компонентів бензину використовують елементні, пластинчаті, з U-подібними трубками, секційні, графітові, зрошувальні, типу «труба в трубі» та спіральні теплообмінники.

Метою роботи є збільшення ефективності використання теплообмінних труб та інтенсифікації процесу теплообміну.

Поставлене завдання вирішується завдяки тому, що зовнішня поверхня теплообмінних труб буде виконана у вигляді параболічних виступів, що дасть збільшення площі контакту теплоносія з трубами.

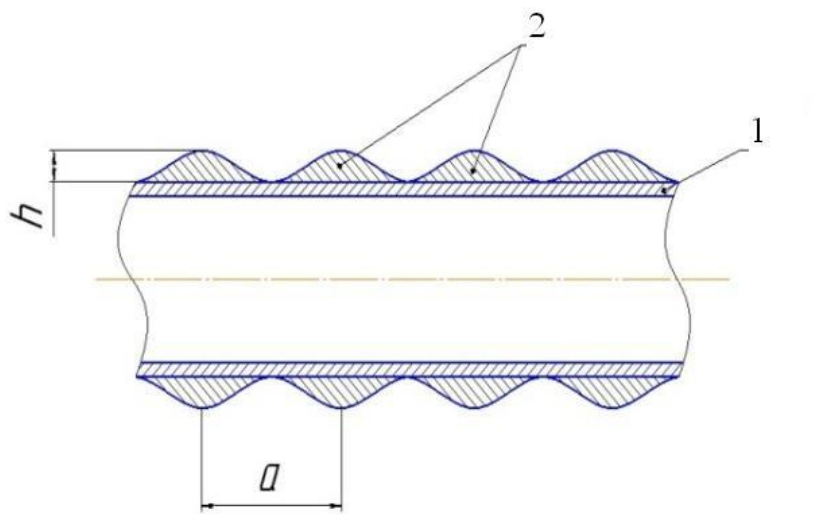
На рисунку 1 зображено труби кожухотрубного теплообмінника для виробництва базових компонентів бензину, який працює наступним чином [2].

Рідина, яку потрібно нагріти (або охолодити), під тиском надходить по штуцеру в камеру подачі, яка утворюється між перегородкою, днища і трубною решіткою. Далі рідина направляється по пучках теплообмінних трубок і повертає в днищі і по іншому трубному пучку надходить в камеру відводу.

В циліндричний кожух, по патрубку підведення надходить охолоджуючий (або нагріваючий) теплоносій, котрий омиває теплообмінні

пучки із труб, за рахунок чого рідина поступово нагрівається (або охолоджується), проходячи всі пучки теплообмінних трубок, і з потрібною температурою відводиться з апарату по штуцеру.

В кожухотрубному теплообмінному апараті використовуються теплообмінні трубки, на зовнішній поверхні яких розташовані параболічні виступи, з кроком між ними a , висотою h . В міжтрубному просторі за рахунок параболічних виступів відбувається збурення потоку, що інтенсифікує проходження процесу теплообміну та одночасно збільшується поверхня тепловіддачі з зовнішньої поверхні труб.



1 – теплообмінні труби; 2 – параболічні виступи;

Рисунок 1 –Схема перерізу теплообмінної труби

Запропоноване технічне рішення забезпечує необхідний режим турбулізації потоку в міжтрубному просторі із одночасним збільшенням площі контакту, що забезпечує інтенсифікацію теплообміну, а отже і ефективність при експлуатації теплообмінного апарату.

Перелік посилань:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki> від 22.02.2018
2. Заявка 201712290 Кожухотрубний теплообмінник / В.О. Чеберда, А.Р. Степанюк; заявник В.О. Чеберда – № u 2017 12290; заявл. 12.12.2017

**КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛОБМІННИК
ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ КОКСОВИХ ГАЗІВ**

магістрант Шиховцев Є.Р., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

На сьогодні основними джерелами ароматичних сполук, в тому числі і бензолу, є продукти коксування кам'яного вугілля (коксівий газ і кам'яновугільна смола) і продукти переробки нафти [1].

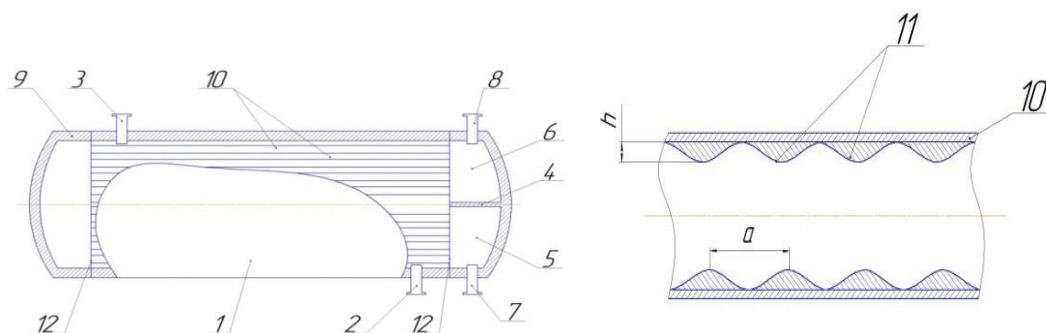
Коксовий газ - горючий газ, що утворюється в процесі коксування кам'яного вугілля, тобто при нагріванні його без доступу повітря до 900–1100 °С .

Газ, що утворюється при коксуванні, містить багато цінних речовин. Крім водню, метану, оксидів вуглецю, до його складу входять пари кам'яно-вугільної смоли, бензен (бензол), аміак, сірководень та ін. Парогазову суміш, що відходить з коксових камер, уловлюють і відводять у цех конденсації на переробку. Коксовий газ охолоджується до температури 25 — 30 °С, при цьому він конденсується і з нього виділяється смола, підсмольна (аміачна) вода. Використовують як паливо у промислових печах, газових двигунах, як сировина в хімічній промисловості [1].

Для охолодження коксових газів використовують кожухотрубні теплообмінники, їх недоліком є невелика площа контакту фаз, і тим самим зменшується ефективність апарата, а також інтенсивність процесу охолодження.

Метою роботи є модернізація та проектування кожухотрубного теплообмінника для охолодження коксових газів . Поставлена задача вирішується тим, що в кожухотрубному теплообміннику встановлено труби з рельєфною поверхнею у вигляді виступів, розташованих на внутрішній поверхні. Виступи рельєфної поверхні виконані у вигляді параболічних виступів.

На рисунку 1 зображений кожухотрубний теплообмінник для охолодження коксових газів [2].



- 1- корпус; 2- патрубок входу продукту; 3- патрубок виходу продукту;
4- кришка; 5- камера подачі теплоносія; 6 - камера відводу теплоносія;
7- штуцер підводу; 8- штуцер відведення; 9- днище; 10- теплообмінні труби;
11- параболічні виступи; 12- трубна решітка.

Рисунок 1 –Кожухотрубний теплообмінник для охолодження коксових газів

Запропонована конструкція кожухотрубного теплообмінника забезпечує необхідний режим турбулізації потоку в міжтрубному просторі із одночасним збільшенням площі контакту, що забезпечує інтенсифікацію теплообміну, а отже і ефективність при експлуатації теплообмінного апарату.

Перелік посилань.

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki> від 14.03.18
2. Заявка на корисну модель України. МПК (2017.01). Кожухотрубний теплообмінник /Шиховцев Є.Р., Степанюк А.Р.; заявник національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». - № u 2017 12289; заявл. 12.12.2017.

СЕКЦІЯ 2

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СІТКОВОЇ ЧАСТИНИ ПРМ

студентка Бобела С.О., ст.викл. Зайцев С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сіткова частина ПРМ служить для зневоднення робочого середовища (паперової маси) та її перетворення в паперове полотно. Це одна із найважливіших частин ПРМ, від злагодженої роботи якої залежить якість кінцевої продукції. Тому у зв'язку з швидкими темпами росту обсягів виробництва паперу нагальною проблемою є модернізація сіткової частини.

Сучасною конструкцією сіткової частини ПРМ є конструкція, запропонована компанією «Parsel» (Рисунок 1), основними елементами якої є модернізовані сітка та зневоднюючі елементи.

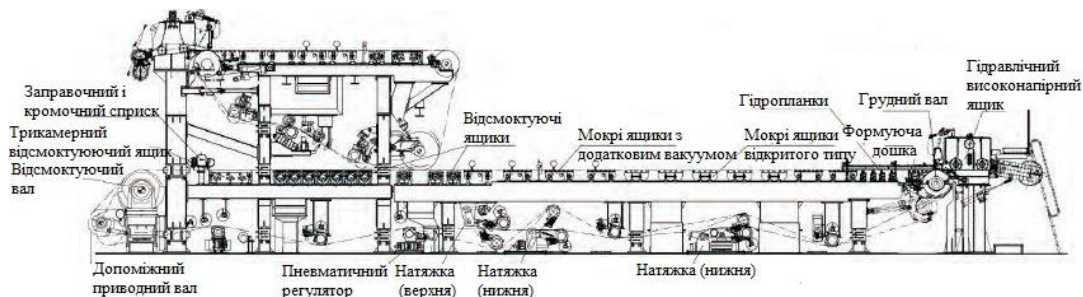


Рисунок 1 – Схема сіткової частини ПРМ

Сітка – основний елемент сіткового столу, від якого безпосередньо залежить якість паперового полотна та кінцевого продукту – паперу. Вона повинна добре підтримувати полотно і при цьому мати хорошу водопропускну здатність і високу щільність, щоб якомога менше дрібних волокон видалялися зі зворотною водою і менш помітною було маркування паперу. Під час роботи сітка піддається інтенсивному механічному й хімічному впливу, тому вона повинна мати достатню міцність на розрив, вигин, стирання і бути стійкою до кислоти. Компанією «VoithPaper» розроблено нову концепцію формуючих сіток SSB, головними перевагами яких є структура плетіння: груба – для виробництва тарного та гофрованого картону, тонка – для санітарно-гігієнічного, друкарського та ін. Новіша

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
розробка компанії – сітка PrintForm IS, яка має гладку поверхню збоку паперу, стабільні робочі параметри та високий потенціал до зносостійкості [1].

Розміщення зневоднюючих елементів на сітковому столі має важливе значення і виконується таким чином, щоб забезпечити максимально можливий відсоток сухості паперового полотна після сіткової частини ПРМ. У напрямку ходу паперового полотна вони встановлюються наступним чином: на нижній частині сітки – формуюча дошка, гідропланки, мокрі ящики відкритого типу, мокрі ящики з додатковим вакуумом та відсмоктуючі ящики. Ці елементи виготовляють із нержавіючої сталі, оснащують з метою інтенсифікації процесу формування планками із поліетиленовим або керамічним облицюванням [2]. Як показали дослідження, застосування модернізованих зневоднюючих елементів підвищує кількість видаленої вологи на сітковій частині. Також компанія «Papsel» запропонувала замінити звичайний відсмоктуючий ящик на багатокамерний. Основною перевагою стала компактність конструкції при збережених якісних показниках ПРМ. Запропонована модернізація допомогла збільшити кількість видаленої води з полотна, підвищити якість кінцевого продукту – паперу та зменшити енерговитрати ПРМ в цілому [3].

Таким чином, перспективними напрямками в модернізації сіткової частини є використання сіток з новими формами плетіння та структурним складом ниток, встановлення двох напірних ящиків, використання багатокамерних відсмоктуючих ящиків і гідропланок з неметалевим облицюванням. Така модернізація сіткової частини дає змогу підвищити показники ПРМ з мінімальними матеріальними витратами.

Перелік посилань.

1. https://voith.com/corp-en/voith-paper_twogether29_ru.pdf
2. http://www.papsel.ru/UserFiles/File/eshop/3777/03_sitovka_odvod_prvk_u.pdf. Дата звернення 15.03.2018.
3. http://www.papsel.ru/UserFiles/Flash/ru/reference_stock_preparation/files/assets/common/downloads/publication.pdf

Модернізація сушильної частини папероробної машини

студент Гордієнко І.М., ст.викл. Зайцев С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Папероробні машини призначені для виробництва санітарно-гігієнічного паперу відносяться, з технологічної точки зору, до найскладніших по відношенню до кількості встановленого обладнання, до найбільших по відношенню до площі забудови і цим також до найдорожчих.

Процес сушіння паперу відбувається в сушильних частинах папероробної машини. Сушильна частина – найбільша по довжині та енергоємності. Дані частини машини мають дві основні концепції – європейську, у якій в сушильній частині встановлений лощильний циліндр і азіатську, яка лощильний циліндр не застосовує і увагу приділяє насамперед більш інтенсивному каландруванню. Природно, що це відображаються в якості кінцевого продукту.

Аналіз сучасних конструкцій сушильних частин показав, що найбільш поширеним методом сушіння є контактний (кондуктивний) метод. Проте разом з такими перевагами як відносно високий коефіцієнт теплопередачі та якість сушіння, цей метод має ряд недоліків, основними з яких є великі енергетичні затрати та металоємність. Серед сушильних частин з контактним методом сушіння найпоширенішими є конструкції з двоярусним розміщенням сушильних циліндрів, рідше одноярусним. При контактному методі сушіння тепло передається вологому полотну безпосередньо від нагрітої поверхні сушильного циліндру. Недоліком конструкцій, що використовують такий метод, є значні теплові втрати через погане прилягання паперового полотна, велику товщину зовнішньої оболонки сушильного циліндру та теплові втрати на його внутрішній поверхні.

Тому актуальними є інтенсифікація процесу сушіння та удосконалення конструкції елементів сушильної частини і пароконденсатної системи, застосування нових видів матеріалів, утилізації тепла в системі вентиляції сушильної частини.

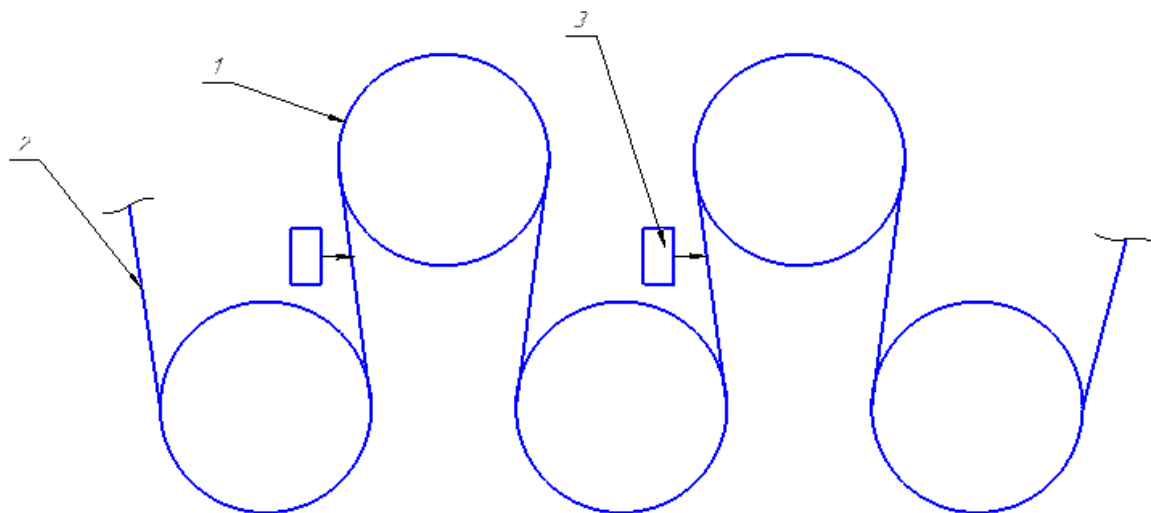


Рисунок 1 – Схема інтенсифікації процесу сушіння

Для інтенсифікації процесу сушіння можна підвищити тиск гріючої пари та при слаломному проходженні через сушильні циліндри (1) паперового полотна (2) встановити нагрівачі (3) для підігріву полотна зі сторони, яка не торкається поверхні сушильного циліндра. Завдяки цьому паперова маса буде підігріватися по всьому об'єму, а не тільки зі сторони гарячої поверхні циліндру, що дозволить видалити більше вологи під час проходження полотна по поверхні сушильного циліндру і зменшити металоємність сушильної частини папероробної машини та підвищити техніко-економічні показники папероробної машини.

Перелік посилань

1. <http://www.parcel.ru>
2. Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины / И.Я. Эйдлин. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1970 – 624 с.

СПОСОБИ РОЗРІЗАННЯ ПАПЕРУ

студент Деркач О.Д.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Папір, є універсальним, екологічно чистим матеріалом, який використовується в промисловій сфері, громадському харчуванні, медицині, фармацевтиці. Паперова упаковка підходить для зберігання і транспортування сипучих продуктів. Застосовується в якості коробка для піци, одноразового посуду. Поширені паперові пакети і мішечки для щоденного користування споживачами. Широко використовується паперова упаковка в супермаркетах, їдалень, як альтернатива поліетиленовим пакетам. Папір – кращий варіант для упаковки кондитерських виробів, напівфабрикатів, чаю, кави, будь фасованої продукції. Саме тому вивчення різних способі розрізання паперу є актуальним.

Розрізання рулонного паперу

Спосіб включає розмотування рулону паперу, його протяжку, фіксацію між прижимним і опорним елементом. Розрізання проводять по всій ширині шляхом поступового переміщення пилоподібного ножа в площині, яка є перпендикулярною опорній поверхні нижче її рівня. Для різання використовують пилоподібний ніж із кроком між його зубцями, що перевищує довжину ділянки паперу, яка без опори, при цьому роблять початок в зонах фіксації і ведуть його одночасно до середини ділянки паперу, який знаходиться без опори [1]. Приклад паперорізального верстату для розрізання рулонного паперу зображений на рисунку 1(а), де 1 – рулон паперу, 2 – опорний елемент, 3 – прижимний елемент, 4 – ніж.

Різання стоп паперу

Стопа аркушевого матеріалу фіксується в каретці і подається з постійною швидкістю в напрямку до ножів. Ножі здійснюють в площині різання зустрічний низькочастотний рух, який вони отримують від двигуна

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
через зубчастопасовий або ланцюговий контур, що обертає ексцентричні вали. При переміщенні стопи в зоні руху ножів відбувається її різання ними. Приклад паперорізального верстату для розрізання стоп паперу зображений на рисунку 1(б), де 1 – стопа паперу, що затиснута в транспортуючій каретці 2, 3 і 4 – ножі, виконані у вигляді плоских пластин.

Лазерне різання паперу.

Послуга – лазерне різання паперу знадобиться, коли необхідно точно і швидко розрізати матеріал у відповідності з заданими параметрами. Пучок спрямованого світла ідеально підходить для делікатного і якісного виконання завдання.

Фігурне різання паперу дозволяє виконувати оригінальні твори мистецтва: макети, рекламні фігури, букви, символи; трафарети під фарбування і декорування стін; поліграфічну продукцію – буклети, аплікації, проспекти, візитки, обкладинки; декоративні елементи – сніжинки, крапельки, сердечка; листівки та сувенірну продукцію; коробки та пакувальний продукцію.

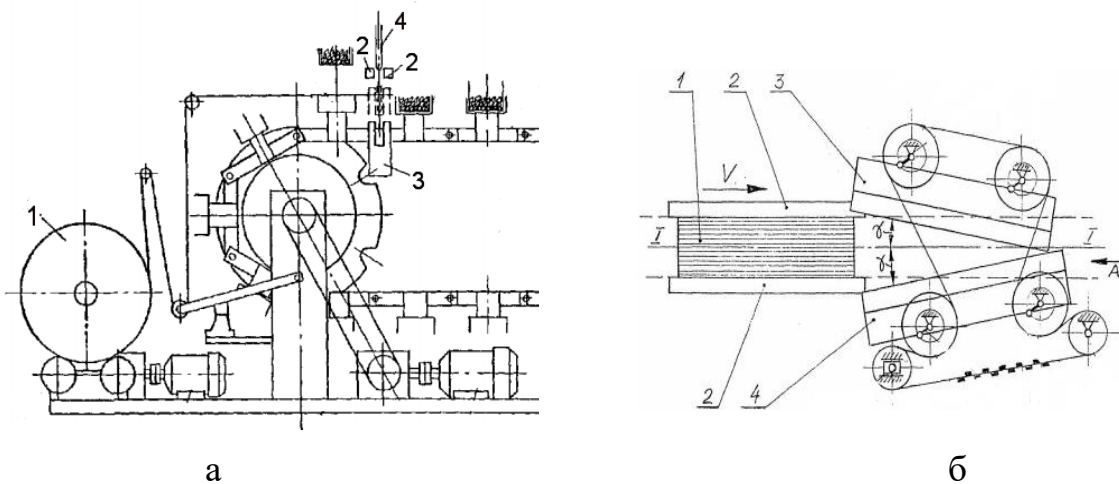


Рисунок 1 – Паперорізальні верстати

Перелік посилань:

1. Чичаєв А.А. «Оборудование целлюлозно-бумажного производства» в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» / Чичаєв А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264с.

ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ПІНОГАСНИКІВ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТАХ

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

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

У целюлозно-паперовій промисловості на всіх стадіях виробництва спостерігається спінювання технологічних вод. У результаті піноутворення виникають такі проблеми як кавітація в насосах, похибки при вимірюванні рівнів рідин та дефекти паперового полотна. Для усунення проблем, пов'язаних з піноутворенням застосовують піногасники. В залежності від області застосування піногасники можуть бути порошкоподібні та рідкими. За походженням їх розділяють на органічні та силіконові. Силіконові піногасителі, порівняно з органічними, мають кращі піногасні властивості, більший час дії, вищу стабільність при зберіганні [1, 2].

Для виготовлення якісного дрібнодисперсного піногасника застосовують різні типи перемішуюче обладнання, одним з найперспективніших видів якого є роторно-пульсаційні апарати (РПА) [3].

Піногасителі мають відповідати відповідним вимогам а саме: диспергуватися в водній системі, бути стабільною в широкому діапазоні рН (від 4 до 12), забезпечувати швидке та стабільне пригнічення піноутворення, мати тривалий термін зберігання якісних властивостей, бути безпечними для навколишнього середовища.

З метою дослідження приготування силіконових піногасників проведено експериментальне вивчення кінетики емульгування силіконової рідини у воді з використанням РПА на лабораторній установці, яка складається із РПА, замкненого трубопроводами на проміжну ємкість, системи контрольно-вимірювального обладнання і елементів управління.

Для дослідження обрано силіконову рідину в'язкістю 100 сСт, дистильовану воду і додецилсульфат натрія. Вимірювання проведені в одноступінчастому РПА за постійної частоти обертання ротора (3000 об/хв.). Відбір проб здійснювався через рівні проміжки часу. Для кожної проби визначено дисперсний склад з використанням техніки мікроскопічного аналізу.

За результатами обробки отриманих даних отримано сімейство кривих розподілення, що описують зміну дисперсного складу в залежності від часу обробки. З аналізу графічних залежностей видно, що одержана емульсія, в основному, складається з дрібних фракцій та має видовжений «хвіст» з малою чисельністю крапель у грубих фракціях. Зі збільшенням часу обробки суттєво зменшується розмір частинок (розмір найменших частинок після 10 хвилинної обробки зменшується в 10 разів; спостерігається швидке вкорочення «хвоста» розподілення), а саме розподілення стає вузьким (вкладається у менший проміжок розмірів частинок). За даних умов проведення процесу досягнуто мінімальних розмірів крапель в емульсії 0,8 мкм.

Результати дослідження відкривають перспективи для подальшого вивчення впливу технологічних параметрів на якісні показники піногасників, а також продуктивність виробництва і енергоспоживання обладнання з метою оптимізації параметрів процесу.

Перелік посилань:

1. <http://www.ncr-biochemical.com/ru/области-применения/целлюлозабумага/пеногасители/> від 30.03.2018
2. <http://www.mvmplant.com/lib/penogasiteli.html> від 30.03.2018
3. <https://siloxane.com.ua/p81261277-xiameter-afe-0700.html> від 30.03.2018

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЛІПІДНИХ НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ

м.н.с. Макаренко А.А., д.т.н. Авдєєва Л.Ю.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інтенсифікація виробничих процесів і підвищення ефективності використання технологічного обладнання є однією з головних завдань розвитку сучасної промисловості. Розвиток науки все більше базується на закономірностях, що притаманні об'єктам нанорівня. Розробка надійних методів виготовлення наноструктур для організації їх промислового виробництва - одне з найважливіших сучасних напрямків досліджень. Нанотехнологія передбачає цілеспрямовано створювати штучним шляхом наноструктури із задалегідь заданими розмірами, об'ємом, структурою. Використання нанотехнологій дозволяє знайти нові підходи до вирішення багатьох наукових проблем в енергетиці, матеріалознавстві, біоінженерії, медицині, харчовій промисловості та інших галузях народного господарства. При створенні нових препаратів і матеріалів особливу увагу приділяють пошуку нових способів введення активних речовин, що підвищує ефективність їх впливу [1].

Фосфоліпіди (група лецитинів) відносяться до поверхнево активних речовин, що можуть утворювати стійкі міцелярні системи з дуже низькою концентрацією міцелоутворення (10^{-8} – 10^{-10} моль/л). Використання таких наноструктур забезпечує збільшення ефективності від застосування діючої речовини за рахунок: транспортування діючої речовини безпосередньо в клітину організмів; зниження концентрації діючої речовини; нетоксичності і біосумісності матеріалу, що використовується для побудови везикул [2].

Майже повна відсутність високопродуктивного обладнання для виробництва великих обсягів препаратів з ліпідними везикулами, не дозволяє створювати промислові технології і робить їх використання дуже обмеженим. Для одержання ліпідних везикул з необхідними характеристиками використовуються різні методи і обладнання для обробки систем з

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
фосфоліпідами. Обладнання відрізняється своєю продуктивністю, тривалістю обробки і значним діапазоном властивостей утворених ліпідних везикул.

Аналіз літератури і патентних джерел дозволяє стверджувати про доцільність використання явища гідродинамічної кавітації для інтенсифікації багатьох хіміко-технологічних процесів, в т.ч. для інтенсифікації процесу утворення ліпідних наноструктур і розробки промислових технологій виробництва наноформ препаратів для різних галузей промисловості і сільського господарства. Ефективність її використання для отримання ліпідних везикул із заданими властивостями підтверджується результатами наших теоретичних і експериментальних досліджень [1, 2].

Проведений комплекс досліджень дозволив розробити технологічну схему виробництва сучасних видів добрив у наноформі для сільського господарства. Основними етапами технологічного процесу приготування виробництва добрив у наноформі для сільського господарства є: 1. Попередня підготовка компонентів добрив, очищення від домішок, зважування або дозування; 2. Попереднє змішування і одержання суспензії; 3. Кавітаційна обробка суспензії для одержання ліпідних наноструктур. 4. Контроль продукції. 5. Фасування і пакування.

В результаті проведення робіт було встановлено, що використання пристроїв на основі ефектів гідродинамічної кавітації при виробництві добрив у наноформі для сільського господарства дозволяє зменшити питомі витрати енергії на обробку 1 м³ готової продукції у 2-2,5 разів у порівнянні з РПА (3 кВт) і збільшити продуктивність в 3 рази в порівнянні до РПА.

Перелік посилань:

1. Краснопольский Ю.М., Степанов А.Е., Швец В.И. Липидная технологическая платформа для создания новых лекарственных форм и транспорта активных фармацевтических субстанций. Биофармацевтический журнал. 2011. Т.3, №2. С.10-18.

2. Стрекалова О.С. Фосфолипидные наночастицы: получение, характеристика, использование для транспорта лекарств в организме. Автореф. дис. ... к.б.н., М., 2010. 24 с.

ФІЗИЧНА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ЦЕОЛІТУ

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

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Рушійною силою процесу сушіння в першому періоді є різниця між тиском насиченої водяної пари в пограничному шарі на поверхні цеоліту та парціальним тиском пари в навколишньому середовищі, а в другому періоді сушіння – різниця між величинами поточного та кінцевого рівноважного вологовмісту.

Під час сушіння випаровування вологи може відбуватися не тільки з поверхні цеоліту, а й з більш глибоких шарів (рис. 1) [1].

У цеоліті, як капілярно-пористому тілі, знаходиться вільна волога, волога в мікрокапілярах та адсорбційно зв'язана волога. У першому періоді сушіння випаровується вільна волога, а швидкість процесу обмежена інтенсивністю теплового потоку. У другому періоді сушіння швидкість спочатку обмежена дифузійною вологи в зону випаровування (видалення вологи в мікрокапілярах), а під кінець сушіння лімітується руйнуванням адсорбційних зв'язків вологи з цеолітом та її випаровуванням.

До початку сушіння вологовміст та температура однакові по всьому радіусу цеоліту. Під час сушіння в поверхневих шарах, де найвища кількість поглинутої теплоти від нагрітого теплоносія, значення температури найбільше, а вологовміст найменший. Оскільки під час сушіння цеоліту тепловий потік зменшується по товщині частинки, то температура, відповідно, спадає, а вологовміст збільшується із рухом до центру частинки. В кінці сушіння вологовміст досягає рівноважного значення та вирівнюється.

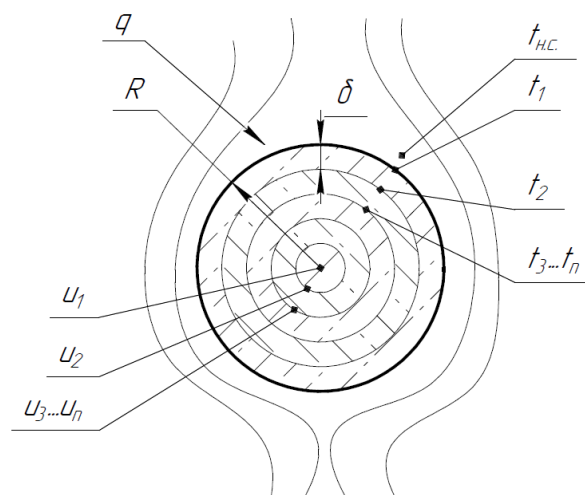


Рисунок 1 – Фізична модель процесу конвективного сушіння цеоліту

Технологічний режим, обладнання для конвективного сушіння та спрощення конфігурації частинок цеоліту дають можливість розглядати цей процес як одновимірний в радіальному напрямку сферичного тіла [2].

Математична модель даного процесу включає рівняння теплопровідності та кінетики сушіння:

$$\begin{cases} c\rho_{ц} \frac{dT}{d\tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial R^2} - \rho_{ц} r \frac{du}{d\tau} \\ \frac{du}{d\tau} = \beta F(p_{н} - p_{п}) + k(u - u_p) \end{cases},$$

де c – приведена питома теплоємність вологого цеоліту, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; $\rho_{ц}$ – густина абсолютно сухого цеоліту, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\frac{dT}{d\tau}$ – швидкість зміни температури, $\frac{\text{К}}{\text{с}}$; λ – коефіцієнт теплопровідності цеоліту $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; $\frac{\partial^2 T}{\partial R^2}$ – градієнт температур, $\frac{\text{К}}{\text{м}^2}$; r – питома теплота пароутворення, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; $\frac{du}{d\tau}$ – швидкість сушіння цеоліту, с^{-1} ; β – коефіцієнт вологовіддачі, $\frac{1}{\text{м}^2\cdot\text{Па}\cdot\text{с}}$; F – поверхня контакту фаз, м^2 ; $p_{н}$ – тиск насичення над поверхнею частинок цеоліту, Па; $p_{п}$ – парціальний тиск пари в теплоносії, Па; k – константа швидкості сушіння в другому періоді, с^{-1} , u – вологовміст цеоліту, $\text{кг}/\text{кг}$; u_p – рівноважний вологовміст, $\text{кг}/\text{кг}$.

Граничні умови процесу:

$$-\alpha F(T_{н.с.} - T_1) = \frac{\lambda_1}{\delta} (T_1 - T_2),$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; F – зовнішня поверхня частинки цеоліту, м^2 ; $T_{н.с.}$ – температура теплоносія, К; T_1 – температура зовнішньої поверхні цеоліту, К; λ_1 – коефіцієнт теплопровідності першого шару цеоліту, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; δ – товщина одного шару, м; T_2 – температура целіту на відстані δ від зовнішньої поверхні частинки цеоліту.

Початкові умови:

$$T = T(r); u = u(r); \tau = 0.$$

Перелік посилань:

1. Лыков А.В. Теория сушки. М., «Энергия», 1968, 472 с. с ил.
2. Marchevsky V. Numerical modeling of physical fields in the process of drying of paper for corrugating by the infrared radiation / A. Karavatskii, V. Marchevsky, O. Novokhat // Eastern-European journal of enterprise technologies – Vol 2, No 5(86) – (2017) – P. 14-22. (Фахове видання)

КІНЕТИКА ДИСПЕРГУВАННЯ ВОЛОКНИСТОЇ МАСИ В ОДНОСТУПІНЧАСТОМУ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

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

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

Підготовка волокнистої маси, є одним з ключових етапів на виробництвах целюлозно-паперової промисловості. Ступінь диспергування волокнистої маси впливає на подальшу роботу з нею на наступних стадіях виробництва. Якість підготовки маси визначатиме продуктивність процесу виготовлення продукції, витрати енергії на виробництво, кінцеву якість продукту [1]. Для отримання необхідного ступеня диспергування волокнистої маси застосовують роторно-пульсаційні апарати (РПА), що мають ряд переваг над іншими типами обладнання, даного призначення [2].

РПА набули широкого застосування серед багатьох галузей промисловості, однак відомостей щодо вибору технологічних режимів роботи і параметрів конструкцій РПА при обробці волокнистих мас різних типів та концентрацій недостатньо для ефективного застосування цих апаратів у целюлозно-паперовій промисловості.

З метою дослідження кінетики диспергування волокнистої маси у РПА спроектовано експериментальну установку, що складається з РПА та резервуару для волокнистої маси, з'єднаних між собою трубопроводами. Експериментальна установка працює наступним чином: волокниста маса циркулюючи по замкнутому контуру проходить через внутрішню порожнину робочого вузла РПА де під дією відцентрової сили та перепаду тисків, що створюється обертанням ротора, відкидається у радіальному напрямку та спрямовується у прорізі на бічній поверхні статора. Послідовно проходячи крізь прорізі циліндрів ротора і статора, а також радіальні зазори волокна у масі піддаються механічному впливу у вигляді удару об робочі органи, дії зсувних навантажень, стискання, зрізу та гідродинамічних впливів, основними

з яких є гідравлічне тертя, пульсаційний та акустичні впливи і пов'язані з ними явища. Результатом обробки є інтенсивне фібрилювання волокон, а також вирівнювання їх довжини.

Дослідження проведено шляхом відбору проб через кратні проміжки часу при циркуляції волокнистої маси по замкненому контуру через одноступінчастий РПА за постійної частоти і амплітуди пульсацій, та визначення для кожної проби ступеня помелу за методом Шопер-Ріглера (для збільшення точності вимірювання повторені тричі з осередненням результатів повторень).

За результатами обробки отриманих даних встановлено залежності градусу Шопер-Ріглера від часу для волокнистих мас з концентраціями у діапазоні 2...4 % (мас.). Аналіз кривих свідчить про те, що протягом перших 90 с обробки маси, ступінь помелу волокна суттєво (у півтора рази) збільшується, що свідчить про високу швидкість процесу, яка поступово уповільнюється та прямує до нуля. Математично одержані залежності можуть бути описані логарифмічними виразами. Адекватність такого опису підтверджується значеннями коефіцієнтів кореляції, що не перевищують 0,94.

Результати дослідження можуть бути використані як основа для подальшого вивчення кінетики диспергування волокнистих суспензій у РПА з метою визначення раціональних режимів роботи та параметрів конструкції апаратів для інтенсифікації процесу виробництва целюлозно-паперової маси та отримання максимально якісної продукції при мінімальних витратах енергії та часу.

Перелік посилань:

1. Чичаев В.А., Васильев А.А., Васильев И.А. Оборудование целюлозно-бумажного производства. – М.: Лесная промышленность, 1981. том 1 – 368 с.
2. Балабышко А.М. Роторные аппараты с модуляцией потока и их применение в промышленности. / А.М. Балабышко, В.Ф. Юдаев – М.: Недра, 1992. – 176 с.

СУЧАСНІ СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ БАГАТОШАРОВОГО КАРТОНУ В УКРАЇНІ

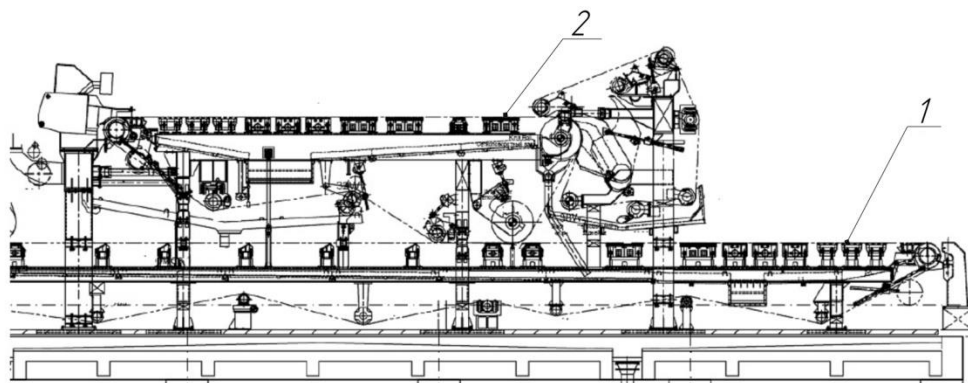
студент Перепелиця Д. О., ст. викл., к.т.н. Новохат О. А.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Багатошаровий картон набув широкого застосування. Лідерами з виробництва картону на Україні є Обухівський ККПК [1] та Рубіжанський КТК [2].

Існують різні конструкції формуючої частини для виготовлення багатошарового картону. Наприклад, розглянемо типову конструкцію на Рубіжанському КТК (рис 1).

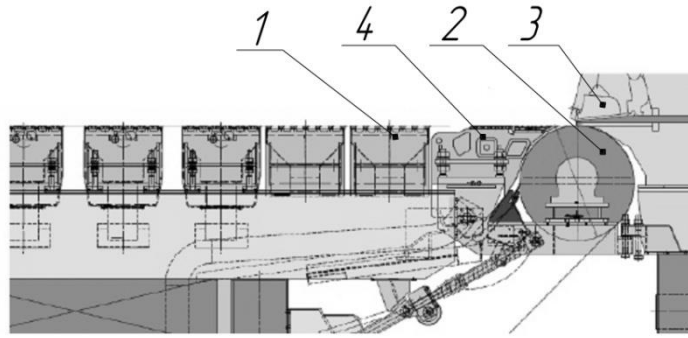


1 – плоскостіткова частина (формер 1); 2 – верхній формер 2

Рисунок 1 – Формуюча частина з використанням верхніх формерів

Напірний ящик формеру 1 є традиційним напірним ящиком. Напірний ящик формеру 2 є напірним ящиком з керованим розведенням. В залежності від кількості бажаних шарів вихідної сировини, можливе також встановлення додаткових формерів. Згідно отриманих даних, напірні ящики мають великий потенціал підвищення продуктивності.

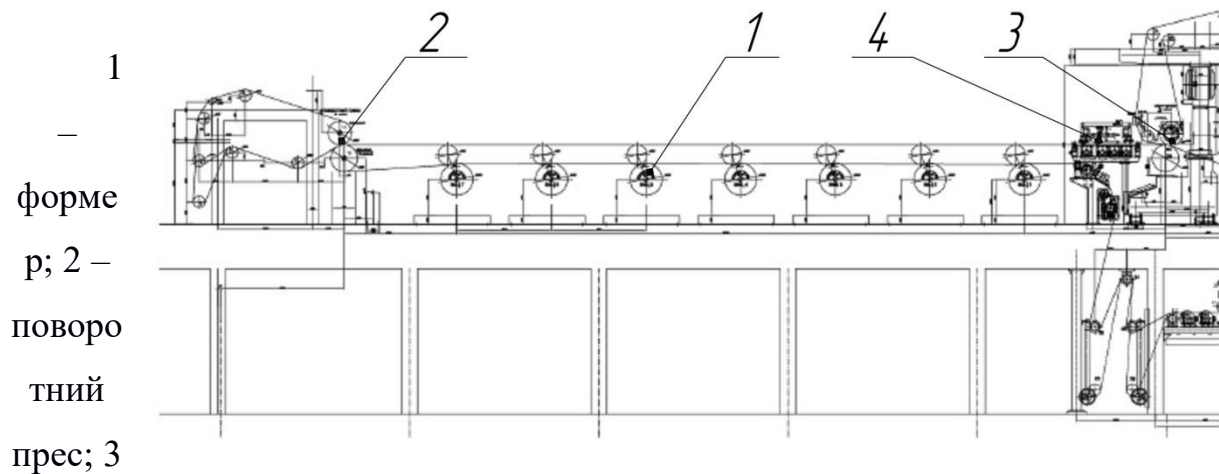
В сучасних формуючих частинах реєстрові вали замінюються на гідропланки, об'єднуючи їх в окремі блоки (рис. 2). Це дозволяє зменшити зношування сітки та інтенсивність зневоднення.



1 – ящик гідропланок; 2 – грудний вал; 3 – масонапуск;
4 – формуюча дошка

Рисунок 2 – Формуюча частина з ящиками гідропланок

Прикладом послідовно встановлених формерів з нижнім розташуванням є друга типова конструкція, що встановлена на Рубіжанському КТК (рис. 3).



1 –
формер;
2 –
поворотний
прес; 3

– гауч-прес; 4 – паровий ящик

Рисунок 3 – Формуюча частина з нижніми формерами

В даній конструкції формуюча частина складається з традиційного сіткового столу з зоною зневоднення довжиною 19,3 м. Рівень вакууму поступово підвищується від формуючого столу до гауч-вала.

Отже, для виробництва багат шарового картону найбільше використовуються формувальні частини з вакуумними формерами та поєднання плососіткових частин з комбінованим нижнім та верхнім розташуванням.

Перелік посилань:

1. <http://www.papir.kiev.ua/> від 15.03.2018 р.
2. <http://www.rktk.com.ua/> від 15.03.2018 р.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ КАЛАНДРУВАННЯ

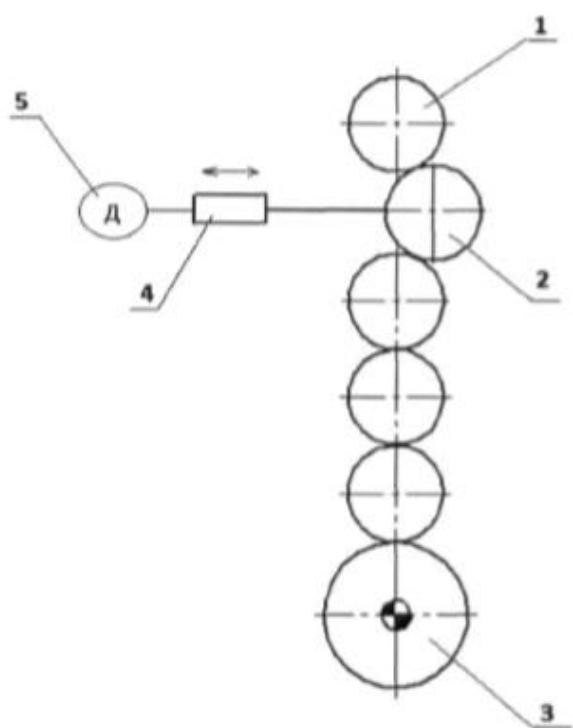
студент Пензев О.С., ст.викл., к.т.н. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Велика кількість продукції, яка виробляється на картоноробних машинах, проходить машинне каландрування. Каландрування – це процес обробки картону на каландрі з метою підвищення гладкості, щільності, лоску, а також вирівнювання товщини картону. Суперкаландр встановлюється окремо від картоноробної машини. Від машинного каландра він відрізняється наявністю набивних (паперових) валів, великим числом валів і більш високим лінійним тиском між ними. Головними недоліками суперкаландрів є значні затрати енергії та велика металоємність.

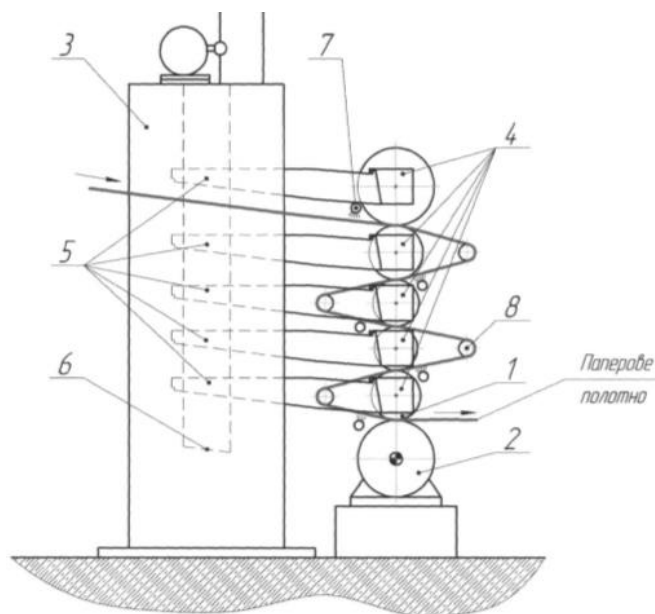
Характерну конструкцію каландра зображено на рис. 1.



1 – верхній вал; 2 – середній валок;

3 – нижній вал; 4 – ходовий гвинт

Рисунок 1 – Каландр



1 – батарея валів; 2 – корінний вал;

3 – станина; 4 – підшипники; 5 – важелі;

6 – підйомно-притискний пристрій;

7 – парові сприски; 8 – нагрівні валики

Рисунок 2 – Каландр машинний

Машинний каландр складається з чавунних валів, які контактують один з одним, приводу для обертання нижнього вала та механізму притискання. Конструкція відрізняється тим, що містить горизонтальний ходовий гвинт з електродвигуном. Гвинт має змогу переміщуватись, що покращує умови роботи вала, дає можливість досягти збільшення лінійного тиску та рівномірний зазор [1]. Недоліком такої конструкції є підвищена металоємність.

Інша типова конструкція каландра показана на рис. 2. Каландр машинний складається з металевих валів, які розташовані у вигляді вертикальної батареї, що контактують один з одним і спираються під дією власної ваги на корінний вал батареї. Також містить станини, у яких розміщені корпуси підшипників і важелів валів, привід для обертання нижнього або другого знизу вала та підйомно-притискний пристрій. Каландр відрізняється тим, що між суміжними валами у вертикальній батареї на деякій відстані від них по чергово з обох сторін розміщено по одному папероведучому валику, що нагріваються зсередини [2]. Недоліком конструкції є складність конструкції а також додаткові витрати енергії.

Отже, за аналізом літературних джерел встановлено, що найпоширенішими способами інтенсифікації процесу та вдосконалення суперкаландра є зниження енерго- і матеріалоємності. Тому доцільно використовувати набивні вали та вали з гідропідтримкою сорочки, що дозволить збільшити лінійний тиск у захватах суперкаландра. А це позитивно відобразиться на якості одержаної продукції.

Перелік посилань:

1. Патент 94037, Україна. Каландр машинний / Кравець Н.В., Улітько Р.М. Опубл. – 27.10.2014р
2. Патент 110641, Україна. Каландр машинний / Новохат О.А., Олійник А.Р. Опубл. – 25.10.2016р

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ КЛЕЇЛЬНИХ ПРЕСІВ

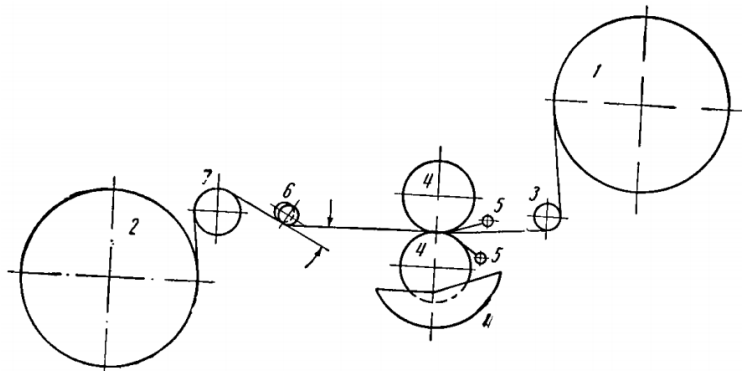
студент Сюрвасєв С.В., ст. вик. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

З метою покращення властивостей писального, друкарського та деяких інших видів паперу і картону застосовується поверхнєве проклеювання, яке раніше проводилася тільки на спеціальних машинах. На даний час найбільшого застосування знайшло проклеювання безпосередньо на машинах з виробництва паперу та картону за допомогою клеїльного преса, що встановлюється в другій половині сушильної частини машини.

Клеїльний прес (рис 1) складається із пари валів, розташованих вертикально[1]. Нижній вал облицьований гумою, а верхній – стонітом, ебонітом або бронзою. Папір за вологості від 8 до 12% безперервним полотном проходить через вали і перед пресовим захватом зрошується з обох сторін клеєм зі сприсків. Надлишок клею віджимається валами і стікає в ванну, звідки перекачується в напірний бачок на сприски клеїльного пресу.



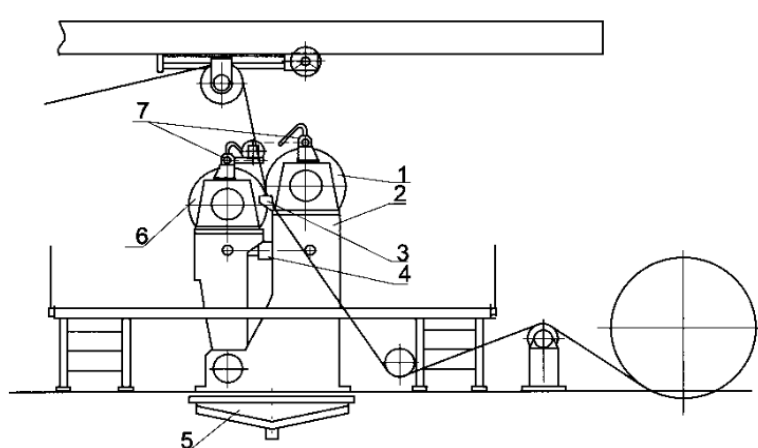
- 1 – сушильний циліндр з сукном; 2 – сушильний циліндр без сукна;
3 – пружинний валик; 4 – вали клеїльного преса; 5 – клеєві сприски;
6 – випрямляюча дуга; 7 – хромований валик; 8 – ванна

Рисунок 1 – Клеїльний прес з вертикальним розміщенням валів

Проклеєний папір сушиться на сушильних циліндрах, кількість яких складає близько 20-25% від загальної кількості сушильних циліндрів. Перед входом в захват валів преса паперове полотно огинає пружинний валик, а після виходу із захвату вологе полотно з ціллю усунення зморшок розгладжується на дузі, звідки поступає на сушильні циліндри для

На сучасних машинах після клеїльного пресу паперове полотно підсушується за допомогою інфрачервоного випромінювання і далі потрапляє на сушильні циліндри. Це зменшує вірогідність налипання клею на їх поверхню.

Існує конструкція клеїльного пресу (рис 2) з двома пресовими валами, встановленими під кутом до горизонталі[2]. В даному випадку клей на паперове полотно наноситься під час проходження полотна через клеєву ванну, утворену поверхнями валів. Просочування клеєм за товщиною паперового полотна відбувається в пресовому захваті за рахунок статичного і гідродинамічного тисків.



- 1 – верхній вал; 2 – станина; 3 – воронка для збору надлишку клею;
4 – гідроциліндр притискання валів; 5 – піддон для збору промивної води;
6 – нижній вал; 7 – колектор

Рисунок 2 – Клеїльний прес з похилим розташуванням валів

Надлишок клею повертається на рециркуляцію через переливні воронки на торцях вала. Регулювання висоти рівня клеєвої ванни здійснюється вручну засувками на вході в колектори. Лінійний тиск в захваті створюється завдяки механізму притискання валів.

Отже найбільш поширений спосіб проклеювання паперового полотна – на клеїльний пресах у складі папероробної машини.

Перелік посилань:

1. Иванов С.Н. Технология бумаги. Учебное пособие для технологических вузов и факультетов – М.: Гослесбумиздат, 1960 – 719 с.
2. Интернет ресурс – http://ugleprom.com.ua/equipments/kleil_n_press

ПРОЦЕС СУШІННЯ КАРТОНУ

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

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

Картонне пакування є одним із найкращих засобів для транспортування та зберігання товарів. Це відновлюваний ресурс, який не забруднює навколишнє середовище. Даний вид картону, наповненого цеолітом, захищає продукти від псування та подовжує термін зберігання харчових продуктів.

Метою даної роботи є - визначення кінетичних закономірностей процесу сушіння картону, наповненого цеолітом.

Фізична модель. В процесі сушіння картону теплова енергія від інфрачервоного випромінювача розподіляється наступним чином: частина енергії від ІЧ випромінювання поглинається вологим картоном, частина відбивається від його поверхні, а частина проходить наскрізь.

Математична модель. Розроблено математичну модель процесу сушіння ІЧ випромінювачем, що включає рівняння: швидкості сушіння та рівняння зміни температури картону.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{du(T)}{d\tau} = \frac{\beta}{g} [p_n(T_{z=0}^+) - p_n(T_{z=0}^-)] + k(u - u_p); \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} = a_{\text{eff}}(T) \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{q_r(T_{z=0})}{c_{p\text{eff}}(T) \rho_{\text{eff}}(T)} K e^{-Kz} - \frac{\rho_f(T)r}{\rho_{\text{eff}}(T) c_{p\text{eff}}(T)} \frac{du}{d\tau}, \end{array} \right. \quad (1.1)$$

де $c_{p\text{eff}}(T)$ – температурна залежність масової ізобарної теплоємності вологого картону, Дж/(кг·К); $\rho_{\text{eff}}(T)$ – температурна залежність ефективної густини вологого картону, кг/м³; $\rho_f(T)$ – температурна залежність густини абсолютно сухого картону, кг/м³; T – абсолютна температура, К; τ – час, с; $a_{\text{eff}} = \frac{\lambda_{\text{eff}}}{c_{p\text{eff}} \rho_{\text{eff}}}$ – ефективна температуропровідність картону; м²/с, z – декартова координата, м; r – масова теплота випаровування води, Дж/кг; $du/d\tau$ – швидкість сушіння, с⁻¹ (кг/(кг·с)); β – коефіцієнт вологообміну, с/м; k – константа швидкості сушіння в другому періоді, с⁻¹; g – маса квадратного метру абсолютно сухого картону, кг/м²; $p_n, p_{\text{п}}$ – тиск насичення пари на поверхні шару картону та парціальний тиск водяної пари в прилеглому шарі оточуючого середовища (вологого повітря) відповідно, Па; u, u_p – середній відносний вологовміст в поточний момент часу і відносний рівноважний у шарі картону, відповідно, кг/кг.

Розподіл променевого теплового потоку по товщині матеріалу, визначено на основі рівняння Бугера [1]:

$$\frac{\partial q_r(r)}{\partial z} = -q_r(T_{z=0})Ke^{-Kz} \quad (1.2)$$

де $T_{z=0}$ – абсолютна температура поверхні картону, К; q_r - питомий тепловий потік на зовнішній поверхні, Вт/м²; K - коефіцієнт поглинання інфрачервоного випромінювання матеріалом.

Початкові умови для (1.1-1.2), $\tau = 0$:

$$T = T(z) = const, \quad 0 \leq z \leq \delta_f \quad (1.3)$$

$$u = u(z) = const, \quad 0 \leq z \leq \delta_f \quad (1.4)$$

де δ_f – товщина шару вологого картону, м.

Граничні умови для (1.1-1.2), $\tau > 0$:

– на поверхні ІЧ випромінювача розглядаються граничні умови I роду

$$T_{IR} = T(W) = const, \quad (1.5)$$

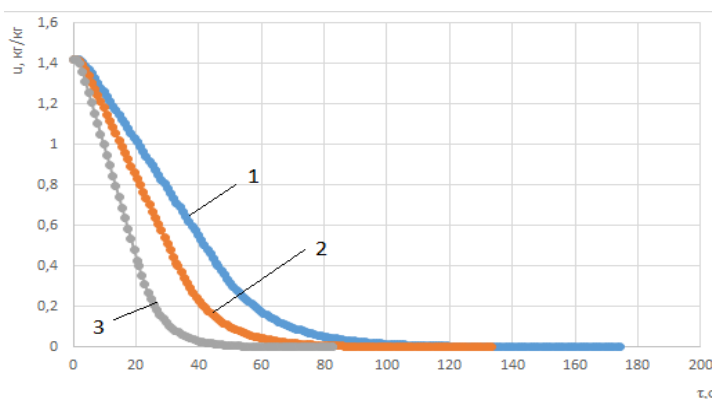
де W – залежність зміни електричної потужності радіаційного нагрівника, Вт. На цій границі також задається «сіре» значення ступеня чорноти робочої поверхні ІЧ випромінювача ε_{IR} ;

– на верхній стороні шару картону та на нижній задано граничні умови III роду:

$$\lambda_{\text{eff}} \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha_1 (T - T_{s_1}) \text{ та } \lambda_{\text{eff}} \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha_2 (T - T_{s_2}) \quad (1.6)$$

де α_1, α_2 – коефіцієнт тепловіддачі з боку верхньої та нижньої сторін шару картону, відповідно, Вт/(м²·К); T_{s_1}, T_{s_2} – температура навколишнього середовища, що оточує шар картону з боку його верхньої та нижньої сторін, відповідно, К.

Числове розв'язання математичної моделі. Графічні залежності розрахункових значень вологовмісту від часу сушіння показано на рисунку 1.



1 – $q=15$ кВт/м²;
2 – $q=125$ кВт/м²;
3 – $q=140$ кВт/м²

Рисунок 1 – Залежність вологовмісту від часу сушіння картону з масою 200 г/м²
Основою подальшої роботи буде підтвердження

адекватності представленої моделі експериментальним шляхом.

Перелік посилань:

1. Марчевський В. М. Кінетика інфрачервоного нагрівання й сушіння паперу / В.М. Марчевський, О. А. Новохат // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2012. — № 1(9). — С. 44-46.

УДК 66.047.541

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА

ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ

пров.інженер Улітько Р.М., к.т.н, проф. Марчевський В.М.

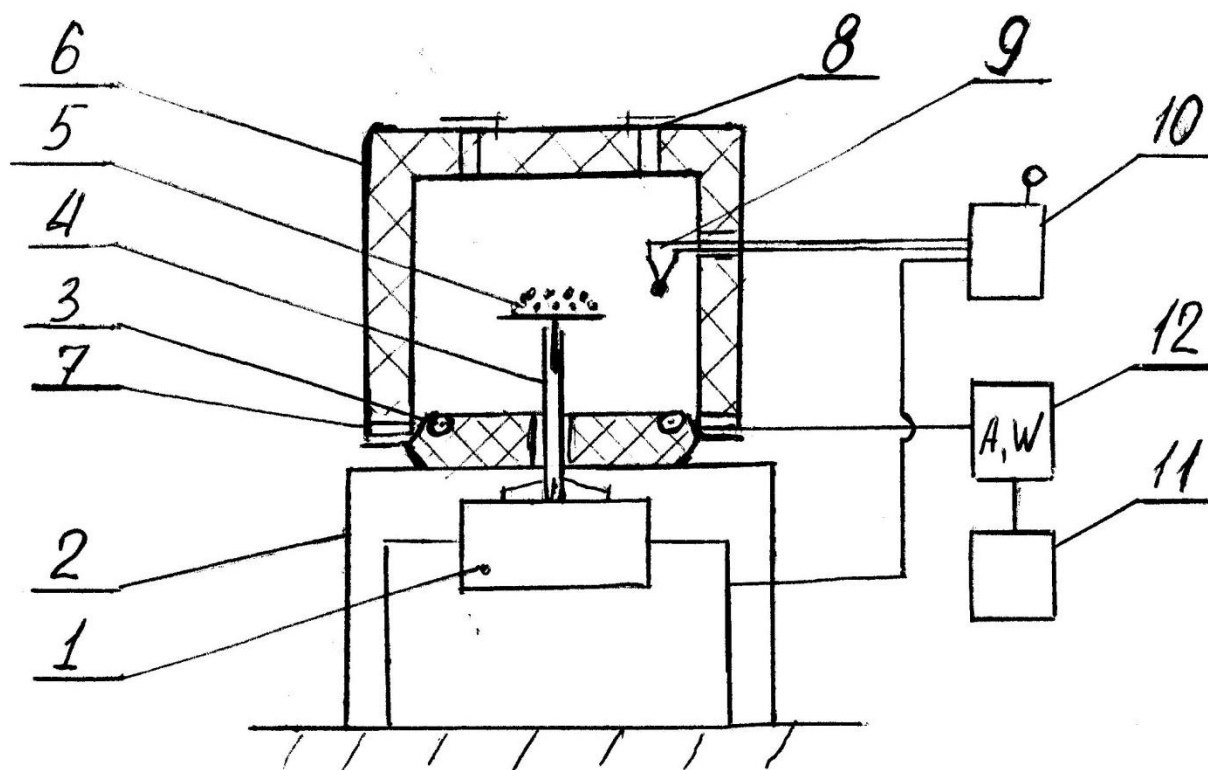
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сушіння та дегідратація солей, в тому числі і шестиводного хлориду магнію в промислових умовах здійснюється в конвективних сушарках із псевдозрідженим шаром. Для дослідження кінетики висушування матеріалів застосовується лабораторна установка, в якій використовується променевий метод підведення тепла [1, стор.32]. Бажано кінетику сушіння здійснювати на лабораторній установці з конвективним способом підводу тепла. Тому для отриманих кінетичних закономірностей процесів конвективного сушіння запропоновано лабораторну установку наступної конструкції (рисунк 1).

Установка працює у стаціонарному режимі відносно теплоносія. Досліджувані зразки 5 розміщуються на перфорованій платформі із корозійностійкого матеріалу, закріпленій на опорі 4, що встановлена на платформі електронних вагів 1, які підключені до комп'ютера 10. Сушильна камера закрита кожухом 6, з шаром базальтової вати. Для попадання повітря знизу та зверху кожуха розміщено отвори 7, 8. Температура всередині сушильної камери вимірюється термопарою ХК з відображенням результатів на комп'ютері 10. Потужність нагрівача 3 регулюється за допомогою лабораторного автотрансформатора 11, потужність та сила струму вимірюється лабораторним ватметром (поз.12).

Обробка отриманих результатів вимірювання дозволить визначити динаміку зміни маси зразка досліджуваного матеріала при конвективному теплообміні, використати ці дані для складання фізичних і математичних залежностей сушіння та дегідратації.



1-електронні ваги; 2-станина; 3- нагрівач; 4-опора; 5-зразок досліджуваного матеріалу; 6-теплоізолюваний кожух; 7, 8-отвори для входу та виходу повітря; 9-термопара; 10- комп'ютер; 11-лабораторний автотрансформатор; 12-ватметр.

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки

Висновок: запропоновано і обґрунтовано конструкцію експериментальної установки для дослідження процесів сушіння та дегідратації при конвективному підводі тепла.

Перелік посилань.

1. Обладнання лісового комплексу. Дослідження процесів і устаткування целюлозно-паперових виробництв [Текст] : навч.посіб. В.М.Марчевський, О.О.Семінський, В.В.Петров. – К.: НТУУ«КПІ», 2011. – 148 с.

СЕКЦІЯ 5

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

ОТРИМАННЯ ПАПЕРУ ДЛЯ ГОФРУВАННЯ З ВІДХОДІВ

УПАКОВКИ МЕРЕЖІ «МАКДОНАЛЬДС»

магістрант Березанський Д.В., к.т.н., доцент Мовчанюк О.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інтенсивність утворення твердих побутових відходів (ТПБВ) у світі щорічно зростає на 3 – 6 % і значно перевищує швидкість приросту населення Землі. В Україні таке зростання інколи становить 10 % і більше.

Морфологічний склад ТПБВ суттєво змінюється залежно від рівня розвитку країни. Так частка паперу і картону у ТПБВ зростає з 2,3 % для бідних до 32 % для багатих країн. Збільшення вмісту в ТПБВ паперу та картону зумовлено широким використанням тари та упаковки. В більшості країн з низьким і середнім рівнем розвитку переважна частина ТПБВ вивозиться на звалища.

Україна щорічно захоронює 3,3 млн т паперових та картонних відходів. Неналагоджена система збору призводить до того, що переробляється лише 600 тис. т таких відходів [1]. Значна частка паперових відходів утворюється в мережах швидкого харчування.

Метою даної роботи було оцінювання можливості отримання паперу для гофрування з відходів упаковки мережі швидкого харчування "McDonald's"

Приготування маси здійснювали в ЛКР-1. Ступінь млива маси становив 45 ± 1 °ШР. В масу додавали проклеювальні речовини. Краці з досліджених варіантів, що надають паперу необхідної гідрофобності, представлені в табл.1.

Таблиця 1 – Витрати хімічних речовин

Номер варіанту	Витрати хімікатів, % від а.с.в.		
	Каніфольний клей	Глинозем	Латекс
1	6,0	4,5	–
2	6,0	4,5	5,0

Лабораторні зразки паперу виготовляли масою 80 г/м². Результати визначення механічних показників виготовлених зразків представлені у табл. 2.

Таблиця 2 – Показники якості лабораторних зразків паперу

Найменування показників	Значення показників		Норма показників для марки паперу Б-2, (ДСТУ 7798), не менше
	варіант 1	варіант 2	
Опір площинному стисненню гофрованого зразка паперу (СМТ ₃₀), Н, при ширині смужки 15 мм	70	90	60
Абсолютний опір продавлюванню, кПа	170	200	130
Міцність під час розтягування в машинному напрямку, кН/м	3,5	3,7	3,5
Опір торцевому стисненню гофрованого зразка паперу (ССТ ₀), кН/м	0,60	0,75	0,35

З табл. 2 видно, що обидва варіанти зразків паперу відповідають нормам для марки Б-2, але композиція з латексом дозволяє не лише досягти необхідного ступеня проклеювання, а й отримати механічні показники на 6 – 28 % більше, ніж без його додавання.

Таким чином, в роботі доведена можливість отримання паперу для гофрування марки Б-2 з відходів упаковки мережі швидкого харчування "McDonald's".

Перелік посилань:

1. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування/ Навчальний посібник. – К: Кондор, 2010. – 552 с.

МІКРОКРИСТАЛІЧНА ЦЕЛЮЛОЗА ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ

магістрантка Веремієнко В. М., м.н.с. Яценко О. В., к.х.н., доц. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

З розвитком суспільства зростають потреби в нових екологічно чистих матеріалах, придатних для створення продуктів широкого вжитку. Незамінним матеріалом у фармацевтичній, харчовій, хімічній промисловості є мікрокристалічна целюлоза (МКЦ). МКЦ – є продуктом хімічної деструкції целюлози, що відрізняється високим ступенем чистоти і високим вмістом впорядкованої частини целюлози з кристалографічною організацією молекул. Більшість існуючих промислових хімічних способів одержання МКЦ характеризуються забрудненням довкілля, пов'язаним із використанням екологічно шкідливих хімічних речовин, а також дорогої та довго відновлювальної целюлози з деревини [1]. В країнах з розвиненим сільським господарством щорічно вирощується велика кількість технічних культур, у результаті переробки яких утворюються значні об'єми лігноцелюлозних матеріалів, які розглядаються як сировинна база для виробництва целюлози та її похідних. До таких сільськогосподарських культур відноситься льон.

Мета роботи полягала в отриманні МКЦ з волокон льону з застосування окисно-гідролітичної обробки. Для цього механічно подрібнене волокно льону до розмірів 0,5 – 1 см обробляли розчином КОН із концентрацією 7 % за температури 95 °С, тривалістю від 60 до 240 хвилин. Показники якості отриманого льняного волокнистого напівфабрикату (ВНФ) наведено в таблиці 1. Для отримання целюлози, придатної для подальшої хімічної переробки, проведено варіння в суміші оцтової кислоти та 35 %-го пероксиду водню у співвідношенні 70:30, за ГМ 10:1 та тривалістю 90 хвилин. Отримані результати вказують на зменшення в органосольвентній целюлозі вмісту лігніну до 0,14 – 0,46 % та мінеральних речовин до 0,16 – 0,20 % від маси а.с.с.

Таблиця 1. Вплив тривалості лужної обробки на показники ВНФ

Тривалість обробки, хв	Вихід, %	Вміст залишкового лігніну, %	Вміст мінеральних речовин, %
60	80,5	4,09	0,479
120	76,0	2,55	0,437
180	68,8	1,16	0,334
240	62,6	1,00	0,325

Для подальшого зменшення вмісту мінеральних речовин проведено обробку органосольвентної целюлози розчином трилону Б з витратами 10 % від а.с.с. за температури 50° С, протягом 60 хвилин в кислому та лужному середовищі (табл. 2).

Таблиця 2 - Результати обробки льняної целюлози розчином Трилону Б

рН	Вихід, %	Вміст лігніну, %	Зольність, %	Сульфатна зола, %
3	97,2	0,35	0,035	0,26
12	98,4	0,38	0,13	0,7

Проведення гідролізу льняної целюлози з використанням розчинів пероцтової та мінеральних кислот (H₂SO₄ і HCl) показали можливість отримання МКЦ з низьким вмістом сульфатної золи (до 0,3 %), що задовольняє вимогам стандартів якості для МКЦ і може бути використана у хімічній промисловості як сорбент, наповнювач у виробництві пластичних мас та стабілізатор водневих фарб та емульсій.

Перелік посилань:

С. А. Аутлов, П. Г. Базарнова, Е. Ю. Кушнир. Микрокристаллическая целюлоза: структура, свойства и области применения (обзор)// Химия растительного сырья, 2013.- №3.- с. 33-41.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ В ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО АПАР

студентка Вірник М.М., доцент Овсянкіна В.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ГК здатні, подібно до міцел ПАР, зв'язувати гідрофобні органічні сполуки. Причому якщо зв'язуванню токсичних неорганічних так і органічних сполук катіонної чи неіоногенної природи приділено достатньо уваги, то роботи, що стосуються питань зв'язування гуміновими кислотами аніонів практично відсутні. Проте утворення змішаних надмолекулярних асоціатів ГК з АПАР, безпосередньо вказує на можливість зв'язування гуміновими кислотами і великих органічних аніонів.

В зв'язку з цим проведено дослідження зв'язування додецилсульфату натрію у водному розчині ГК. Для цього готували серію модельних розчинів з різною концентрацією ГК у присутності 14,4 мкг ДДСН. Для оцінки зв'язування додецилсульфату натрію гуміновою кислотою використовували кількісну характеристику - константу зв'язування. Було розраховано константи зв'язування. За результатами розрахунків побудовано залежності констант зв'язування АПАР від концентрації ГК у розчині. Встановлено, що константа зв'язування АПАР гуміновими кислотами зростає при збільшенні концентрації ГК до $\sim 5 \text{ мг/дм}^3$. При подальшому зростанні концентрації ГК спостерігається плато. При цьому помітне зв'язування відбувається вже при досить низьких концентраціях ГК $\sim 1-2 \text{ мг/дм}^3$, при яких ГК, існують у вигляді надмолекулярних асоціатів. Проте, слід зазначити, що вказані концентрації відповідають вмісту ГК в природних водних об'єктах.

Перелік посилань:

1. В.І. Саранчук, М.О.Ільяшов, В.В. Ошовський, В.С.Білецький. Хімія і фізика горючих копалин. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – с. 600. ISBN 978-966-317-024-4

2. Глосарій термінів з хімії // Й.Опейда, О.Швайка. Ін-т фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М.Литвиненка НАН України, Донецький національний університет — Донецьк: «Вебер», 2008. — 758 с. — ISBN 978-966-335-206-0

**ОТРИМАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ КОМБІНОВАНИМ
СПОСОБОМ ІЗ СОЛОМИ ВІВСА**

магістрант Власенко М.Д., доц., к.т.н. Дейкун І.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Солома злакових культур є цінним джерелом целюлози, вміст якої досягає 40%. Також солома містить значну кількість лігніну (11,5-30%), співставну з листяною деревиною (19-24%). Особливістю цієї целюлозовмісної сировини є висока зольність (3,1-15,3%), на відміну від деревини (0,3-0,4%), що створює труднощі при переробці її на целюлозу [1].

Раціональне використання соломи злакових культур є актуальним.

Проведені дослідження підтвердили можливість переробки пшеничної соломи за різними варіантами пероксидної делігніфікації з отриманням волокнистих напівфабрикатів прийнятної виходу і якості [2,3].

Мета даної роботи – отримання волокнистих напівфабрикатів із соломи вівса комбінованим способом делігніфікації.

Варіння січки соломи вівса проводили в лабораторних умовах у дві стадії. На першій стадії солом'яну січку, що мала вміст лігніну 23,46% та зольність 7,8%, обробляли розчином NaOH 40 г/дм³ з гідромодулем 10:1 за температури 95⁰C. Одержану целюлозу промивали водою.

На другій стадії варіння целюлозу обробляли розчином H₂O₂ концентрацією 3% і 10% в кислому середовищі (додаванням сірчаної кислоти з витратами 20% від маси абсолютно-сухої сировини) тривалістю 90 хвилин за температури 95⁰C.

Результати досліджень наведено в таблиці.

Таблиця – Показники якості целюлози

Стадія варіння	Тривалість, хв	Концентрація H_2O_2 у розчині, %	Вихід целюлози, %	Вміст лігніну, %	Зольність целюлози, %
1	120	-	48,3	11,25	6,6
2	90	3	80,1	10,1	2,4
2	90	10	76,7	8,25	2,2

Встановлено, що оброблення лугом на першій стадії сприяло зниженню вмісту лігніну від початкового у соломі майже вдвічі, що супроводжувалося також суттєвим розчиненням полісахаридів. Окисна дія пероксиду водню в кислому середовищі була більш інтенсивною за концентрації 10%. Зниження зольності целюлози в значній мірі відбулося в кислому середовищі на другій стадії варіння.

Перелік посилань:

1. Харина М.В. Состав, структура и перспективы энергосберегающей переработки соломы злаковых культур/ Харина М.В., Терехова Л.М., Емельянов В.М.//Вестник Казанского технологического университета.- 2014.- т.17. -в.24.- с.168-174.

2. Вураско А.В. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозных материалов при переработке отходов сельскохозяйственных культур/ А.В. Вураско, Б.Н. Дриккер, Е.А. Мозырева, Л.А. Земнухова, А.Р. Галимова, Н.Н. Гулемина// Химия растительного сырья.- 2006.-№4.- С. 5–10.

3. Пен Р.З. Свойства пероксидной целлюлозы из пшеничной соломы/ Пен Р.З., Каретникова Н.В., Вшивкова И.А., Пен В.Р. // Научное обозрение. Технические науки. – 2014. – № 2. – С. 102.

УДК 628.16

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ФІЛЬТРУВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИСТКИ ВІД ІОНІВ $Mn(II)$ НА МАТЕРІАЛІ CALCITE

студентка Головач К.В., доцент Овсянкіна В.О.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Згідно нормативам Всесвітньої організації охорони здоров'я, концентрація марганцю у воді не повинна перевищувати 0,05 мг/л. Це пов'язано з тим, що підвищена його концентрація у воді негативно впливає не лише на стан здоров'я людини, але й погіршується стан водопровідної системи, обладнання. Тому розробка сучасних технологій очищення води від сполук марганцю вкрай актуальна.

В процесі експерименту водний розчин пропускали через кальцит Слов'янського родовища з товщиною шару 0,965 м.

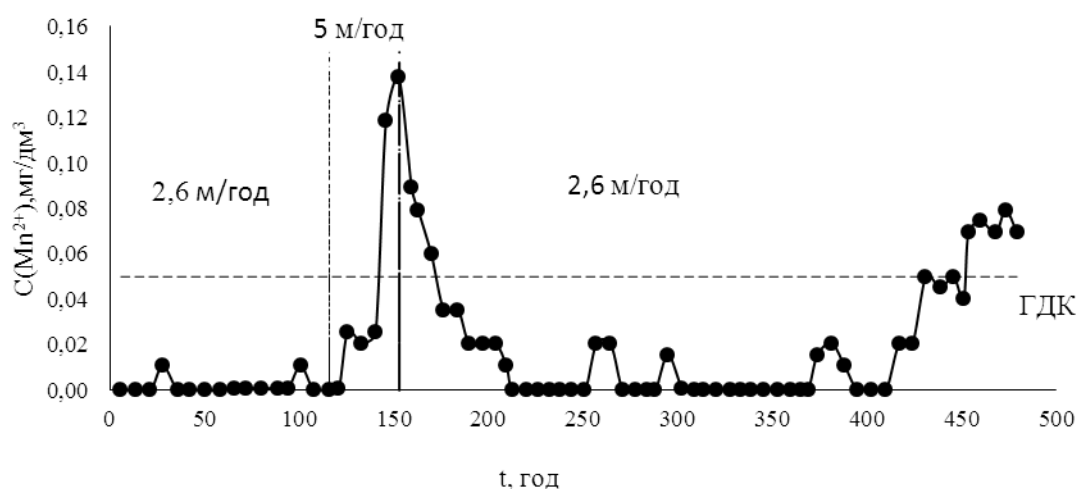


Рис.1. – Зміна концентрації $Mn(II)$ в залежності від швидкості фільтрування та часу

Лінійна швидкість процесу деманганізації води з використанням кальциту змінювалася в діапазоні 2,6-5 м/год. Як видно з рис.1 на початковому етапі експерименту при мінімальній швидкості фільтрування 2,6 м/год, концентрація Mn^{2+} в очищеній воді фактично дорівнювала 0. Окремі точки, де концентрація марганцю була відмінна від 0, пов'язані з утворенням повітряних каналів в шарі завантаження.

Після збільшення швидкості фільтрування до 5 м/год ефективність деманганізації води різко знизилась. Зниження ефективності очищення води пов'язано із зниженням рН води, що очищується, та виснаженням сорбційної ємності кальциту. Після того, як концентрація Mn^{2+} в фільтраті досягла 0,14 мг/дм³, фільтруючу колону промили дистильованою водою методом зворотної промивки. Подальшу очистку води від іонів марганцю проводили з мінімальною швидкістю фільтрування 2,6 м/год.

В процесі експерименту було встановлено, що синергічний ефект на зону очищення води здійснює підвищення рівня рН середовища та участь у процесі деманганізації окислів Mn^{2+} в шарі завантаження в окислювальних процесах видалення. В умовах повільного фільтрування потенціал кальциту в якості фільтруючого середовища для деманганізації розкритий максимально повно, про це свідчить об'єм очищеної води, в якій $C(Mn^{2+})$ не перевищувала ГДК.

ОТРИМАННЯ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ

магістрантка Жовтун Т. С, асп.Зеленчук Т. В., к.х.н.,доц. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Одним з перспективних напрямів використання рослинної сировини в целюлозно-паперовій промисловості є одержання целюлози для хімічної переробки та отримання її похідних. У процесі дії різних окисників на целюлозу відбувається окиснення реакційноздатних гідроксильних груп, в результаті чого утворюється так звана оксицелюлоза. Вона широко застосовується у хірургічній практиці як один із компонентів нетоксичних радіопротекторних, кровоспинних, антимікробних матеріалів [1]. Історично для одержання оксицелюлози як окисник використовувався оксид азоту, який є екологічно небезпечною канцерогенною речовиною. Тому вченими проводяться пошуки більш безпечними окисників, серед яких розглядаються зокрема, пероксид водню, Оксон, PINO [2]. Традиційною сировиною для одержання целюлози та її похідних є деревина. Для країн з обмеженими запасами деревини і розвиненим сільським господарством альтернативною сировиною можуть стебла і волокна різних рослин.

Тому мета роботи полягала в одержанні оксицелюлози із волокон льону, які мають відносно високий вміст целюлози (63–67 %) і низький вміст лігніну (8–11 %) у порівнянні з деревиною. Для досягнення мети в роботі отримано льняний волокнистий напівфабрикат шляхом первинної обробки волокон льону розчином NaOH з концентрацією 7% за гідромодуля 10:1 впродовж 240 хвилин з наступним варінням целюлози в суміші оцтової кислоти – пероксид водню (70:30 %) за гідромодуля 10:1 тривалістю 240 хвилин. Отримана льняна целюлоза з вмістом 0,16 % лігніну і 0,02 % золи використовувалася для одержання оксицелюлози. Для цього в роботі досліджено процес окиснення льняної целюлози під дією окисника 2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-іл-оксил

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (ТЕМПО) за витрат від 1,0 до 15 % від маси а.с.с. за різних температур від 10 до 40 °С та тривалості від 2 до 6 годин. Залежність вмісту карбоксильних груп в льняній оксицелюлози від основних технологічних параметрів процесу окиснення за витрат ТЕМПО 5 % від маси а.с.с. наведено у таблиці.

Таблиця - Вміст карбоксильних груп в льняній оксицелюлозі

Тривалість окиснення, год	Температура окиснення, °С		
	20	40	60
2	2,63	3,74	3,63
4	4,09	3,68	4,08
6	4,66	4,75	5,29

Як видно із наведених в таблиці даних, із збільшенням температури і тривалості процесу окиснення вміст карбоксильних груп в оксицелюлозі закономірно зростає. Також встановлено, що із збільшенням температури і тривалості окиснення вихід оксицелюлози знижується через окисну деструкцію целюлози.

Перелік посилань:

1. Геньш К.В., Базарнова Н.Г. Окисленная целлюлоза. Получение. Применение в медицине // Химия растительного сырья, 2013. - №4.- с.13-20.
Барбаш В.А., Нікітюк Ю.Я., Дейкун І.М. Одержання оксицелюлози із бавовняних волокон дією різних окисників // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2016. - №3. - с. 84-90.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ОКИСНЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ

аспірантка Зеленчук Т. В., к.х.н., доц. Барбаш В. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

За останні десятиліття з'явилася велика група матеріалів, у процесі отримання яких реалізовані різні підходи до модифікації полімерів, зокрема целюлози - найбільш розповсюдженого біополімеру на планеті. Розробка методів синтезу похідних целюлози, що мають бактерицидні властивості, дозволяє створити новий тип целюлозного волокна - антимікробні волокна, вироби з яких можуть бути ефективно використані в медицині та інших галузях промисловості і побуті [1]. Практично на всіх стадіях отримання целюлози та у процесі її хімічної переробки відбувається процес її окиснення. За рахунок окиснення гідроксильних груп елементарних ланок целюлози одержують так звану оксицелюлозу, яка характеризується бактерицидними, антисептичними, гомеостатичними властивостями. В залежності від виду окисника і технологічних параметрів окиснення отримують оксицелюлозу із різним вмістом карбоксильних груп і, відповідно, різними антимікробними властивостями [2].

Мета роботи полягала у дослідженні впливу основних технологічних параметрів процесу окиснення целюлози з використанням як окисника 2,2,6,6-тетраметилпіперидін-1-іл-оксил (ТЕМПО) на показники оксицелюлози. Для цього у роботі досліджено процес окиснення целюлози у вигляді волокон бавовни та марлі за різних витрат ТЕМПО від 0,5 до 15 % від маси а.с.с. за різних температур від 10 до 60 °С та тривалості від 1 до 24 годин. Визначали вихід і вміст карбоксильних груп в отриманих зразках оксицелюлози.

Залежність показників оксицелюлози від основних технологічних параметрів процесу окиснення наведено у таблиці.

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

№	Температура, °С	Витрати ТЕМПО, %	Тривалість, год	Бавовна		Марля	
				Вихід, %	Вміст карбоксильних груп, %	Вихід, %	Вміст карбоксильних груп, %
1	10	5	1,5	90,48	0,75	92,47	0,77
2	10	5	3	83,41	1,06	89,28	0,89
3	10	5	6	72,24	1,49	80,39	1,65
4	10	5	24	62,73	4,05	62,79	4,52
5	20	1,5	24	56,45	3,67	71,26	3,96
6	20	3	24	63,08	3,98	67,59	4,52
7	20	5	24	57,11	4,14	70,89	5,11
8	20	10	24	59,08	4,61	68,16	5,46
9	20	15	24	61,46	4,99	70,78	5,68
10	40	5	1,5	55,35	3,4	69,79	3,65
11	40	5	3	50,77	4,12	60,27	4,04
12	40	5	6	56,21	4,99	62,04	3,5
13	40	5	24	61,89	4,36	65,34	3,75
14	60	0,5	2	-	-	69,46	1,84
15	60	1	2	-	-	73,24	3,43
16	60	2	2	-	-	73,63	2,90

Як видно з наведених даних, вміст карбоксильних груп збільшується за збільшення витрат окисника і тривалості процесу окиснення. При цьому для отримання оксицелюлози з підвищеними значеннями вмісту карбоксильних груп процес окиснення целюлози ТЕМПО рекомендується проводити за підвищеної температури і тривалості, що дозволяє отримати оксицелюлозу із вмістом карбоксильних груп до 5,7 %.

Перелік посилань:

1. Генъш К.В., Базарнова Н.Г. Окисленная целлюлоза. Получение. Применение в медицине // Химия растительного сырья, 2013.- №4.- с.13-20.
2. Барбаш В.А., Нікітюк Ю.Я., Дейкун І.М. Одержання оксицелюлози із бавовняних волокон дією різних окисників // Наукові вісті "НТУУ КПІ".- 2016.- №3.- с. 84-90.

ОТРИМАННЯ НАНОЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В останні роки активно проводяться дослідження з одержання похідних найбільш розповсюдженого на Землі природного полімеру – целюлози, зокрема наноцелюлози, яка характеризується такими унікальними властивостями, як підвищена механічна міцність, нанорозмірність, поновлюваність, низька токсичність, біосумісність, здатність до біодеструкції, висока площа поверхні, низька вартість сировини, що дозволяють використовувати її для виробництва наноматеріалів [1].

В роботі для отримання наноцелюлози використовували льняну органосольвентну целюлозу, для чого волокна попередньо подрібнювали до розмірів 10 – 20 мм та делігніфікували методом сумішшю льодяної оцтової кислоти і 35%-го пероксиду водню у співвідношенні 70:30 за гідромодуля 10:1 та температури 95 ± 2 °С тривалістю від 15 до 240 хв. Отриману целюлозу додатково обробляли розчином лугу для облагородження та видалення не целюлозних компонентів.

Для отримання наноцелюлози проводили гідроліз органосольвентної целюлози сульфатною кислотою з концентрацією 43, 50 та 63 % впродовж 30, 60 та 90 хвилин. Температура процесу варіювалась від 20 до 60 ± 2 °С. Отриману наноцелюлозну суспензію з концентрацією 0,5 % гомогенізували ультразвуковим дезінтегратором УЗДН-2Н з частотою 22 кГц, впродовж 30, 45 та 60 хв. Такі умови гідролізу вибрано на основі проведених нами попередніх досліджень [2]. Морфологічний і структурний аналіз волокон льону, органосольвентної целюлози та отриманої наноцелюлози проводилися скануючою електронною мікроскопією, інфрачервоною спектроскопією із Фур'є перетворенням, рентгенівською дифракцією (XRD), трансмісійною

На рис. 1 наведено знімки атомно-силової мікроскопії наноцелюлози, які підтвердили нанорозмірність отриманих зразків наноцелюлози [3].

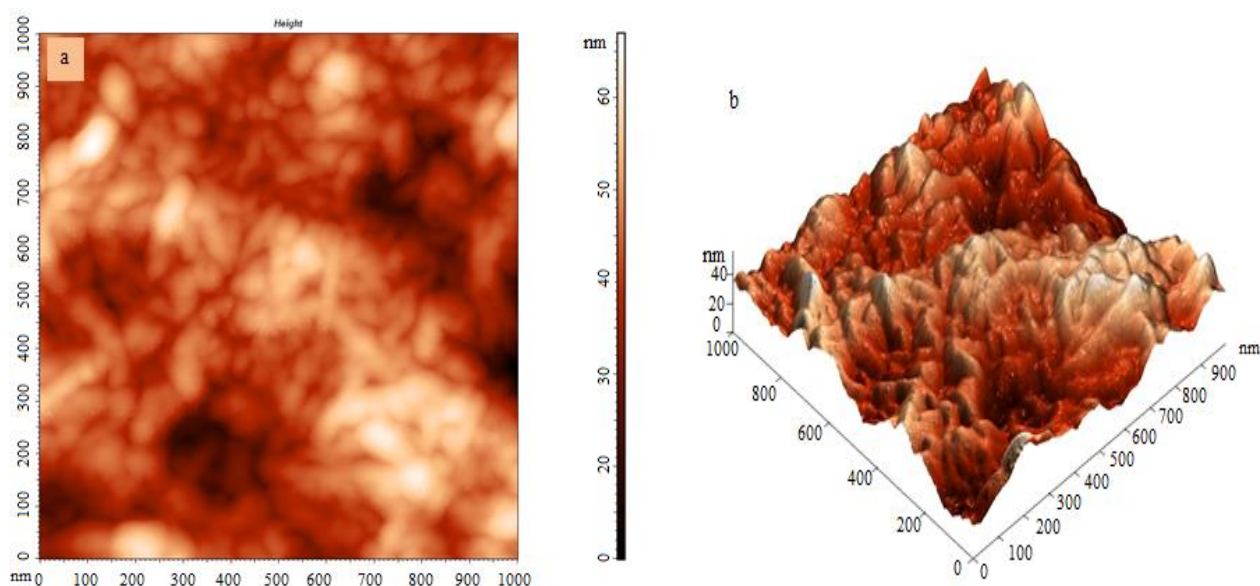


Рисунок 1 – Знімки AFM лляної наноцелюлози (а) та її 3D-проекція (b)

Структура наноцелюлози також була досліджена методами ТЕМ та термогравіметричного аналізу. Зокрема, методом термогравіметричного аналізу підтверджено, що наноцелюлоза має більш щільну структуру і меншу втрату в порівнянні з органосольвентною та мерсеризованою органосольвентною целюлозою із волокон льону.

Перелік посилань:

1. Uetani K, Okada T, Oyama HT. Thermally conductive and optically transparent flexible films with surface-exposed nano-cellulose skeletons// J. Mater. Chem. C, 2016;4:9697-9703. DOI: 10.1039/c6tc03318k.
2. Barbash VA, Yaschenko OV, Shniruk OM. Preparation and Properties of Nanocellulose from Organosolv Straw Pulp// Nanoscale Research Letters. 2017;12:241 DOI:10.1186/s11671-017-2001-4
3. Barbash V.A, Yashchenko O., Kedrovskaya A. Preparation and properties of nanocellulose from peracetic flax pulp // Journal of Scientific Research and Reports, 2017, 16(1), p. 1 – 10.

ПРОЦЕС ОКИСНЕННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ «ТЕМРО»

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Оксицелюлоза використовується в медицині як ефективний гемостатичний матеріал, який розсмоктується організмом, для контролю кровотечі у внутрішньому середовищі людського організму при різних хірургічних втручаннях, як бактерицидний матеріал для лікування важких ран на шкірі та слизових покриттях, а також як фармацевтичний наповнювач в лікарських препаратах. Для окиснення целюлози використовують різні окисники, які окиснюють первинні або вторинні гідроксильні групи в целюлозі чи призводять до утворення пероксидних сполук [1].

Раніше проведеними дослідженнями визначено оптимальні параметри процесу окиснення целюлози пероксидом водню, Оксоном та PINO [2]. Мета даної роботи - дослідження процесу окиснення целюлози окисником ТЕМРО –2,2,6,6-тетраметил-піперид-N-оксидом, стабільним нітрооксидним радикалом, що може окиснювати первинні і вторинні спирти у водному середовищі з високою селективністю і ефективністю. Типова система для окиснення включає в себе комбінацію таких хімічних реагентів як ТЕМПО, броміду калію (співкаталізатор) та розчину гіпохлориту натрію. Фактичним окисником в реакції є оксоамонієва сіль [3].

Для дослідів використовували подрібнену на шматочки розміром 5x5 см медичну марлю. Наважку целюлози вносили в колбу із свіжоприготовленими розчинами окисників заданої концентрації, перемішували, рівномірно розподіляючи в розчині. Тривалість окиснення для ТЕМПО – від 1 до 24 год. Окиснення проводили за температури 10 і 25 °С. По закінченню процесу окиснення оксицелюлозу промивали до нейтрального середовища.

Результати досліджень наведено у таблиці.

Таблиця – Результати окиснення медичної марлі TEMPO

Витрати TEMPO, %	Температура, °C	Тривалість окиснення, год	Вміст карбоксильних груп в оксицелюлозі, %	Вихід оксицелюлози, %
5	10	1	0,45	97,4
	10	2	0,58	97,1
	10	3	0,86	89,7
	10	8	1,13	83,0
	10	24	2,4	64,4
	25	1	0,49	96,8
	25	2	0,67	94,0
	25	3	1,19	88,2
	25	8	2,1	81,6
	25	24	4,18	52,3
7,5	10	1	0,46	95,0
	10	2	0,67	94,0
	10	3	1,1	92,1
	10	8	1,33	82,9
	10	24	3,35	48,4

Встановлено, що зі збільшенням витрат окисника, підвищенням температури процесу з 10 до 25⁰C та тривалості процесу до 24 год зростає вміст карбоксильних груп в одержаній оксицелюлозі. Вихід оксицелюлози при цьому знижується через окисну деструкцію целюлози.

Перелік посилань:

1. Генъш К.В., Базарнова Н.Г. Окисленная целлюлоза. Получение. Применение в медицине// Химия растительного сырья.- 2013.- №4.- с.13-20.
2. Барбаш В.А., Нікітюк Ю.Я., Дейкун І.М. Одержання оксицелюлози із бавовняних волокон дією різних окисників// Наукові вісті "НТУУ КПІ".- 2016.- №3.- с. 84-90.
3. Mylanovich J., Kostic M., Skundric P. Structure and properties of TEMPO-oxidized cotton fibers// Chemical industry&Chemical Engineering Quarterly. - 2012.- 18 (3).-P. 473-481.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

студентка Кулібаба Т.Ю., доцент Овсянкіна В.О.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Токсична дія іонів важких металів на живі організми надзвичайно висока і пов'язана з їхньою хімічною природою, а саме з їхньою здатністю координувати різноманітні функціональні групи білкових тіл.

У 2016-2017 роках було проведено ряд аналізів, присвячених моніторингу важких металів у природних водних об'єктах на прикладі річки Тиса Закарпатської області. Це найбільша притока Дунаю, що протікає через 10 країн, а в межах України її води використовують для водопостачання, рибництва, рекреації. Тому контроль якості вод є одним серед основних завдань. Аналізуючи отримані результати можна сказати, що найбільші значення концентрацій були визначені для Zn і Mn за весь період дослідження. При цьому спостерігається поступове підвищення концентрацій з початку літа до зими, а максимум припадає на зимовий період. Таким чином можна зробити висновок, що є залежність концентрацій від зміни температури і від режиму опадів (при зменшенні кількості дощових опадів зменшується розведення у воді концентрацій забруднюючих речовин). Крім того, показовими є значення концентрацій для Pb і Ni (0.0014 і 0.034 мг/дм³ відповідно), що припадає на липень. Відповідно до хімічних показників якості води (ГДК міді і цинку – 1 мг/дм³) і токсикологічних показників нешкідливості води (ГДК кадмію – 0,001 мг/дм³, свинцю – 0,01 мг/дм³, нікелю – 0,02 мг/дм³, кобальту – 0,1 мг/дм³) перевищення нормативів протягом періоду проведення досліджень не виявлено.

Результати досліджень проб води з річки Тиса показали, що іони важких металів Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺, Ni²⁺, Co²⁺ у порівнянні із ГДК встановленими у ДСанПіН 2.2.4-171-10 перевищень за вмістом у воді не мають.

АЛЬТЕРНАТИВНА СИРОВИНА ДЛЯ НАПІВФАБРИКАТІВ

магістр Мітько А.В., доц., к.т.н. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

На сьогоднішній невід'ємною частиною стійкого економічного і соціального розвитку України є забезпечення доцільної утилізації сільськогосподарських відходів з метою отримання цінних продуктів. На території України є практично необмежена сировинна база, у зв'язку з великою кількістю підприємств, які займаються харчовою промисловістю. З усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують під час переробки кукурудзи та в цукровому виробництві. Сучасні методи наукових досліджень дозволяють розширити спектр використання побічних продуктів переробки з метою раціоналізації виробництва [1].

Аналіз науково-технічної інформації демонструє, що в наш час в деяких країнах Європи буряковий жом та качани кукурудзи слугують паливом, в США – сировиною для виробництва целюлозного етанолу. В інших країнах відходи цукрового виробництва використовують в якості фермерських кормів для тварин [2]. Однак в більшості країн, зокрема в Україні, вчені не знаходять доцільної області використання цієї сировини і залишки її на полях призводять до серйозної екологічної проблеми. В основному це пояснюється неефективністю економічних механізмів та відсутністю єдиної бази даних за методами використання рослинних відходів сільського господарства [3].

Доведено, що хімічний склад бурякового жому та стержнів кукурудзи дають можливість використання у виробництві волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) з метою отримання таких видів паперу, як паперу для пакування текстильних матеріалів або обгорткового паперу.

Метою роботи є використання відходів у вигляді бурякового жому як целюлозовмісної сировини для отримання волокнистих напівфабрикатів.

Для дослідження обрано сухий жом, який піддавали аналізу для встановлення хімічного складу. В результаті показано, що у ньому міститься приблизно 55% вуглеводної частини, біля 16% лігніну, 4 – 8% пектинових речовин, 0,8 – 1,3 % золи. За основним вмістом целюлози та геміцелюлоз дану сировину можна розглядати в якості доброго матеріалу для отримання первинних волокнистих напівфабрикатів (ВНФ). Буряковий жом обробляли гідроксидом натрію за концентрації 16 г/дм³, температури 90⁰С, витримували впродовж 30, 60 або 90хв та подальшим варінням відповідно 30, 60, 90 хв.. За даних умов відбувається на першому ступені процес просочування сировини лужним розчином, а саме мацерація в умовах наближених до атмосферного

тиску. На другому ступені, після відбору розчину, який вільно стікає та розбавлення мацерованої сировини гарячою водою продовжується делігніфікація сировини та розчинення супутніх речовин, що призводить до зниження виходу твердого залишку. Така технологія дозволяє спростити конструкції апаратів для варіння за рахунок уникнення їх герметизації. В результаті отримано напівфабрикати, які легко розділялися на окремі волокна лише за незначного розмелювання. Необхідно сказати, що тільки із такого 100% волокнистого напівфабрикату практично не вдалося отримати лабораторні зразки. Частково це можна пояснити великими втратами дрібного волокна крізь сітку та прилипанням зразків із-за проклеюючої здатності пектинових речовин, які містяться у вихідній сировині. Для вловлювання дрібної фракції жому використовували суміш макулатури попередньо розмеленої до необхідного ступеня млива, у різних співвідношеннях. Аналіз отриманих результатів показує, що ВНФ отримані за найбільших тривалостей мацерації та варіння закономірно мають нижчий вихід, що пояснюється впливом тривалості хімічної обробки реагентами на делігніфікацію сировини. Це, в свою чергу, позитивно впливає на показники міцності зразків. Збільшення відсотку ВНФ із жому у композиції з макулатурою із 10% до 50% не суттєво знижує показники міцності, на 3 – 5%, що можна пояснити рівномірним розподілом дрібної фракції волокон жому між довгими волокнами макулатури, що призводить до утворення зімкнутого зразка.

Відомо, що відходи бурякового жому мають різний хімічний склад, що суттєво впливає на вибір технологічних режимів його обробки. Наприклад, включення в процес обробки вихідної сировини стадії заморожування. Отримані при використанні стадій заморожування зразки відрізняються високим ступенем білості, яка становить 98-100%. Такий процес дозволяє значно зменшити вміст лігніну в пробах зразків у вихідній сировині - висушеному жомі цукрових буряків [4]. Це в свою чергу дає можливість для зменшення витрат хімікатів на стадії вибілювання. Тому дослідження цієї сировини є потенційно цікавими та економічно доцільними в майбутньому.

Перелік посилань:

1. Белік В. Стан та проблеми цукрової промисловості. Техніка АПК. – №9-10. – 2003. – С. 34–36.
2. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. [Електронний ресурс] : за даними Біоенергетичної асоціації України / Г. Г. Гелетука, Т. А. Железна Аналітичні записки БАУ. – 2014. – 33 с.
3. Запольський А.К., Українець А.І. Екологізація харчових виробництв: Підручник. – К.: Вища школа, 2005. – 423 с.
4. Лукин А.Л., Котов В.В., Мязин Н.Г. Свекловичное производство: от поля до конечного продукта. – М.: Лёгкая индустрия, 1969. – 208 с.

ОТРИМАННЯ НАНОЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН КЕНАФУ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

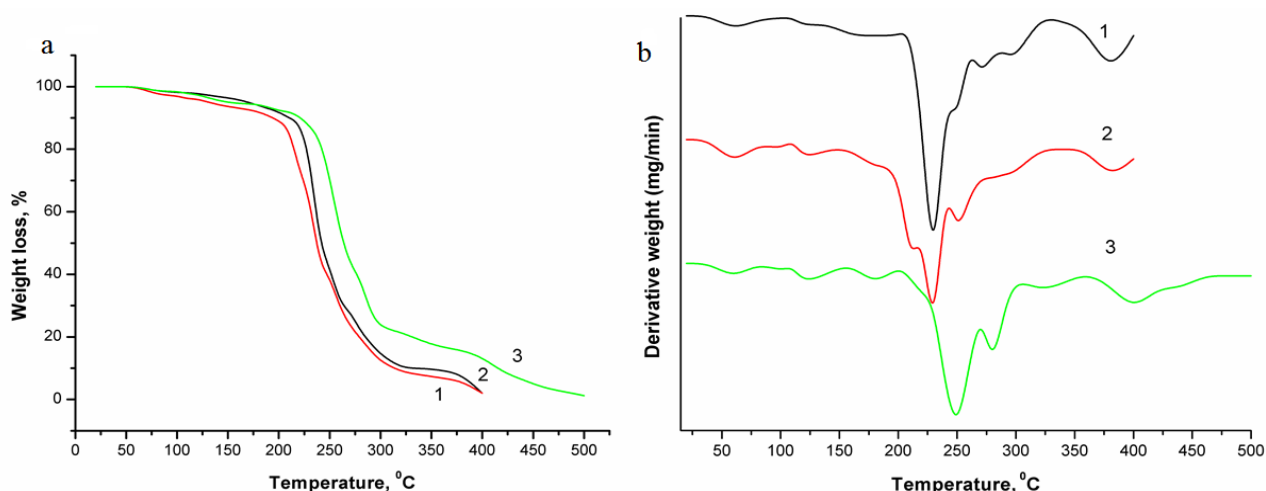
Натуральні лігноцелюлозні матеріали привертають велику увагу в промисловості завдяки широкому спектру перспективних властивостей, а також можливості відновлювання та здатності до біологічного розкладу порівняно з синтетичними волокнами. Целюлоза розглядається як основа для отримання наноцелюлози - групи наноматеріалів, яка складається з нанорозмірних частинок целюлози. Вона має поліпшені механічні властивості, такі як відношення високої площі до об'єму та можливість утворювати стійкі водні суспензії з хіральною нематичними властивостями [1].

В роботі для отримання целюлози використовували волокна кенафу шляхом проведення делігніфікації і лужного оброблення. Делігніфікація волокон кенафу здійснювалася за допомогою органосольвентного варіння в суміші льодяної оцтової кислоти і 35%-го пероксиду водню у співвідношенні 70:30 за гідромодуля 10:1 за температури $95 \pm 2^\circ\text{C}$ і тривалості від 60 до 240 хв. Наступною стадією було облагородження розчином NaOH за гідромодуля 12:1 з концентрацією 5 % впродовж 120 хв та 20 % впродовж 60 хв. Для отримання наноцелюлози проводили гідроліз органосольвентної целюлози сульфатною кислотою з концентрацією 43, 50 та 63 % впродовж 30, 60 та 90 хвилин. Реакцію гідролізу проводили за температури 20, 40 і $60 \pm 2^\circ\text{C}$. Ультразвукове оброблення гідролізованої целюлози з концентрацією 0,5 % виконувалося з використанням ультразвукового дезінтегратора УЗДН-А з 22 кГц, тривалістю 30 або 60 хв [2]. Морфологічний і структурний аналіз волокон кенафу, органосольвентної мерсеризованої целюлози та наноцелюлози проводилися скануючою електронною мікроскопією, інфрачервоною спектроскопією із Фур'є перетворенням, рентгенівською дифракцією (XRD), трансмісійною електронною мікроскопією (ТЕМ) та атомно-силовою

Збірник тез доповідей XIV міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" мікроскопією (AFM). Результати показали, що лігнін та зола, вміст яких у вихідній сировині становив 15.9% та 3.3%, відповідно, були видалені з екстрагованої целюлози через органосольвентну та лужну обробку. В органосольвентній целюлозі з кенафу вміст лігніну в результаті обробки становив 0.34%, золи 0.21%, а мерсеризацією вдалося ще знизити ці показники до 0.09% лігнін та 0.08% зола.

Методи TEM та AFM показали, що наноцелюлоза утворює пористу мережеву та багатошарову структуру діаметром від 10 до 28 нм. Методом термогравіметричного аналізу підтверджено, що наноцелюлоза має більш щільну структуру і меншу втрату маси в температурному діапазоні 220 - 350 °С у порівнянні з органосольвентною та мерсеризованою органосольвентною целюлозою із волокон кенафу (рис. 1).

Рисунок 1. Гравіметричні та диференціальні криві ТГА:



1 – органосольвентна, 2 – мерсеризована целюлоза, 3 – наноцелюлоза

Перелік посилань:

1. Klemm D, Kramer F, Moritz S, Lindström T, Ankerfors M, Gray D, Dorris A (2011) Nanocellulose: a new family of nature-based materials. *Angew Chem Int Ed* 50:5438–66
2. Атаханов А.А., Саримсаков .А., Рашидова С.Ш. Наноцелюлоза: отримання, властивості і області використання // *Хімія і хімічні технології*. 2009.-№2.-С. 2-41.

ПАПІР ІЗ НЕДЕРЕВНИХ ВОЛОКОН

магістр Шишкіна С.О., доц., к.т.н. Черьопкіна Р.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Одним із індикаторів розвитку суспільства в усіх цивілізованих країнах є рівень споживання паперу і картону на душу населення. Для України цей показник досить низький. Серед головних причин слід вважати недовідповідності попиту вітчизняними видами паперу та картону широкого вжитку. Низький рівень виробництва картонно-паперової продукції обумовлено відсутністю власної волокнистої бази для підприємств галузі і незадовільний фінансовий стан більшості підприємств. Таке становище із сировиною для виробництва паперу і картону вимагає від підприємств целюлозно-паперової промисловості орієнтації на використання макулатури якості якої з року в рік погіршується [1]. Такий перекис у сировинній базі галузі не дає можливості виробляти в необхідній кількості і потрібної якості продукцію, що користується великим попитом, наприклад, папір друкарський, писальний, сангігієнічний, картон коробковий, папір для гофрування.

Папір для гофрування призначений для виробництва гофрованих внутрішніх шарів гофрокартону. Саме це є причиною досить високої уваги до його фізичних і механічних характеристик, високої можливості до опору навантаженням для штабелювання, за якістю, складуванні та зберіганні. Гофра бере велику частину навантаження на себе, тому від її технічних параметрів залежить амортизація гофрокартонної тари і матеріалу в цілому [2].

Мета роботи полягала у використанні волокнистих напівфабрикатів (ВНФ), отриманих із стебел ріпаку, сої та пшеничної соломи для виготовлення лабораторних зразків паперу для гофрування.

Волокнисті напівфабрикати отримано із січки соломи, ріпаку та сої натронним способом за концентрації гідроксиду натрію 16 г/дм^3 та 24 г/дм^3 та температури $90 - 95 \text{ }^\circ\text{C}$, тривалістю 60, 90, 150 хв.. Після розмелювання до приблизно 50°ШР виготовлено зразки паперу для гофрування 100 г/м^2 . Показники якості отриманих зразків наведено в табл.

Якісні показники паперу для гофрування, отриманих із волокнистих напівфабрикатів стебел сої, ріпаку та соломи

Сировина	Тривалість варіння	Опір площинному стисненню гофрованого зразка паперу	Опір торцевому стисненню гофрованого зразка паперу	Абсолютний опір продавлюванню, кПа
За концентрації NaOH 16 г/дм^3 в од. Na2O				
Соя	60	74	0,17	197

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

	90	81	0,22	209
	150	95	0,34	214
Ріпак	60	87	0,4	237
	90	93	0,25	160
	150	102	0,23	107
Солома	60	79	0,34	186
	90	100	0,29	183
	150	106	0,33	198
ГОСТ 7377-85	Б-0	215	0,8	195
	Б-1	210	0,7	195
	Б-2	115	0,75	125
	Б-3	75	0,4	120
За концентрації NaOH 24 г/дм ³ в од. Na ₂ O				
Соя	60	99	0,24	203
	90	106	0,27	220
	150	120	0,4	227
Ріпак	60	112	0,48	250
	90	118	0,31	167
	150	127	0,31	120
Солома	60	104	0,36	200
	90	125	0,34	192
	150	131	0,39	211
ГОСТ 7377-85	Б-0	215	0,8	195
	Б-1	210	0,7	195
	Б-2	115	0,75	125
	Б-3	75	0,4	120

В результаті дослідження було отримано дані з опору торцевого стиснення, опору площинного стиснення та абсолютного опору продавлюванню. Для зразка паперу в якому використовуються ВНФ із соломи показники міцності є найвищими. Деяко нижчі значення отримано для зразка, в якому використовуються ВНФ із стебел ріпаку та сої. Виготовлені нами зразки паперу із ВНФ стебел ріпаку, сої та соломи порівнювались із стандартом на папір для гофрування. За абсолютним опором продавлюванню, опором площинного стиснення та опором торцевого стиснення було досягнуто значень марки Б-2 із ВНФ, отриманих із стебел ріпаку і соломи. Також за опором площинного стиснення було досягнуто значень марки Б-3 для всіх використаних ВНФ. Однак за показником опору торцевого стиснення для ВНФ, отриманих із стебел сої не було досягнуто значень для жодної марки.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону.– К.: ЕКМО, 2008. – 425 с.
2. ГОСТ 7377-85. Бумага для гофрирования. – Переизд. Дек. 1985 с изм. 2-3; Взамен ГОСТ 7377-69. – Введ. 01.01.87.

**МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ ТА ЗАДАЧІ
МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА
ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ**

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

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

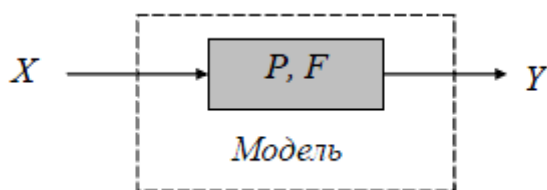
Метою даної роботи є аналіз способів побудови моделей та постановки задач моделювання в дослідженні процесів виробництва паперу та картону.

Моделювання - здобуття, обробка, надання та використання інформації стосовно об'єктів, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем. Модель тут виступає як засіб пізнання властивостей і закономірностей поведінки об'єкту.

Головною і необхідною умовою для переходу від дослідження реального об'єкта до дослідження з використанням моделі та подальшого перенесення результатів на об'єкт дослідження є вимога адекватності моделі і об'єкта.

Таким чином, модель створюється для вирішення конкретних завдань і тому, розробник моделі має бути впевненим, що не отримає абсурдних результатів, а всі отримані результати відобразатимуть необхідні для дослідника характеристики та властивості модельованої системи.

В загальному випадку модель має структуру, зображену на рисунку 1.



X – множина вхідних змінних системи, Y – множина вихідних змінних системи, P – множина параметрів, F – функція, функціонал, алгоритм або формальне представлення залежності змінних Y від змінних X .

Рисунок 1.– Загальна структура моделі

В процесі побудови моделі потрібно враховувати такі вимоги:

- змістовність, тобто здатність моделі відображати істотні риси і властивості реального процесу, який вивчається і моделюється;
- дедуктивність, тобто можливість конструктивного використання моделі для отримання результату;

- індуктивність – вивчення причин і наслідків, від окремого до загального, з метою накопичення необхідних знань.

Ступінь деталізації моделі потрібно вибирати з огляду на цілі моделювання, можливості отримання необхідних вхідних даних для моделі та з урахуванням наявних ресурсів для її створення.

Однакові об'єкти моделювання в залежності від цілей та задач дослідження можуть мати різні моделі.

Серед задач моделювання виділимо такі задачі, а саме: моделювання, управління, ідентифікації, оптимізації, прогнозування.

Задача моделювання (або пряма задача) полягає у відшукуванні значень вихідних змінних (Y) за відомих значень вхідних змінних (X), відомій моделі (F) та визначених параметрах (P).

Задача управління (або зворотна задача) полягає у знаходженні таких значень вхідних змінних (X), які забезпечують задані значення вихідних змінних (Y) за відомої моделі (F) та фіксованих значеннях параметрів (P).

У формулюванні задачі ідентифікації відомими є множина вхідних змінних (X), множина вихідних змінних (Y) та множина моделей (F). Потрібно визначити єдину модель (f) із множини запропонованих моделей (F), і визначити її параметри (P), які забезпечують за вхідних значень (X) вихідні значення (Y).

У постановці задачі оптимізації відомими є модель (F), множина можливих вхідних значень (X) та критерій оптимізації (K). Від дослідника вимагається знайти значення вхідних змінних (X), значення параметрів (P), та значення вихідних змінних (Y), які задовольняють заданому критерію оптимізації.

Задача прогнозування формулюється так, що за відомих для дослідника значеннях вхідних та вихідних значень моделі X_t , Y_t до моменту часу (t) та заданому терміну прогнозування (T) потрібно визначити модель (F) та її параметри (P), які забезпечують найліпший прогноз Y_{t+T} .

Перелік посилань:

1. Пен Р.З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажной промышленности. - Красноярск, 1982. - 192 с.

2. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. – Киев: Наук. Думка, 1982. – 296с.

ВИРОБНИЦТВО НАСТОЙКИ КАЛЕНДУЛИ

Степанюк А.М.

ТОВ «Лакі-фарма»

Препарати календули рекомендують для лікування ран при ампутаціях, подряпинах, при гнійному запаленні, фурункульозі, для запобігання утворенню спотворюючих рубців при заживленні ран, при висипанні на шкірі, лишаях, при запаленні вен ніг, при ангіні, стоматиті, альвеолярній піореї. Препарати календули застосовуються також при виразковій хворобі шлунку і дванадцятипалої кишки, гастритах, при захворюваннях печінки і жовчного міхура, при серцево-судинних захворюваннях, супроводжуваних порушенням серцевого ритму, при гіпертонічній хворобі, в клімактерії. Календулу застосовують також в якості симптоматичного засобу неоперативних формах раку. Під дією препарату календули у хворих на рак зменшується інтоксикація, зникають диспепсичні явища, покращується апетит і сон. Календула має бактерицидну дію, а особливо по відношенню до стафілококів та стрептококів. Застосовується як ззовні, так і внутрішньо [1].

Для отримання екстракту корисних речовин використовують квіткові кошики календули лікувальної.

Технологічна схема для виготовлення сухого порошку з екстракту календули побудована наступним чином: початкова сировина, що являє собою квіткові кошики календули лікувальної, завантажується в бункер для початкової сировини. Далі вона потрапляє в дробарку, з дробарки подрібнена маса подається в екстрактор, туди ж в потрібних пропорціях подається дистильована і очищена вода з ємності. Економічно вигідніше використовувати вже готову дистильовану і очищену воду, ніж встановлювати необхідне для очистки і дистиляції обладнання.

В екстракторі ароматичні масла екстрагуються водою, це можливо завдяки потужній динамічній обробці суміші подрібненої маси з водою даним пневматичним екстрактором, на виході після фільтра отримується 7%-й екстракт.

Перелік посилань:

1. Надлежащая производственная практика лекарственных средств. Активные фармацевтические ингредиенты. Готовые лекарственные средства. Руководство по качеству. Рекомендации РИС/S Под ред.Н.А.Ляпунова, В.А.Загория, Георгиевского В.П., Е.П.Безуглой - К.: Морион, 2001. – 472с.

СЕКЦІЯ 6

«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА І ДЕТАЛІ МАШИН»

ЗАДАЧА ПРО НАДАННЯ СУПУТНИКУ ДОДАТКОВОЇ ШВИДКОСТІ ДЛЯ ЙОГО ПЕРЕХОДУ НА ПАРАБОЛІЧНУ ОРБИТУ

студент Гавриленко В. В., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В наш час, розвитку космічних технологій, актуальними лишаються питання запуску супутника на орбіту за певних умов. Розглянемо супутник, що рухається по коловій орбіті на висоті h від поверхні Землі. Дослідимо, яку додаткову швидкість потрібно надати супутникові, щоб він перейшов на параболічну орбіту.

Як відомо, супутник, рухаючись по коловій орбіті, має швидкість, яку отримуємо із існуючих рівнянь його орбіти, де p – параметр кривої; e – ексцентриситет, а саме:

$$p = \frac{(R + h_0)^2 v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{gR^2},$$

$$e = \sqrt{1 - \frac{(R + h_0)^2 v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{g^2 R^4 [2gR^2 - v_0^2 (R + h_0)]}}.$$

Поклавши $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}$, а $e = 0$; маємо:

$$1 - \frac{(R + h) v_0^2}{g^2 R^4} [2gR^2 - v_0^2 (R + h)] = 0$$

або

$$v_0^4 (R + h)^2 - 2v_0^2 (R + h) gR^2 + g^2 R^4 = 0.$$

Очевидно, що цей вираз є повним квадратом різниці:

$$[v_0^2 (R + h) - gR^2]^2 = 0. \quad (1)$$

З (1) знайдемо швидкість супутника на коловій орбіті:

$$v_0^2 = \frac{gR^2}{R+h}, \text{ або } v_0 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}.$$

Відомо, що обмеження, яке накладається на початкову швидкість для реалізації руху по орбіті у вигляді еліпса:

$$v_0 < \sqrt{\frac{2gR^2}{R+h_0}} \quad (2)$$

Отже, для того, щоб супутник перейшов на параболічну орбіту (2), швидкість має бути не меншою:

$$v_{02} = \sqrt{\frac{2gR^2}{R+h}}.$$

Таким чином, супутнику потрібно надати додаткову швидкість:

$$\Delta v = v_{02} - v_0 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}(\sqrt{2} - 1).$$

Розглянемо конкретний випадок, який є цікавим досліднику.
Якщо $h = 200\text{км} = 2 \cdot 10^5\text{м}$; радіус Землі
 $R = 6370\text{км} = 6,37 \cdot 10^6\text{м}$; $g = 9,81\text{м/с}^2$; тоді:

$$\Delta v = 3219\text{м/с} = 3,219\text{км/с}.$$

Отже розглянута задача про надання супутнику додаткової швидкості для його переходу на параболічну орбіту.

Перелік посилань:

1. Павловський М.А. Теоретична механіка./Підручник,К., Техніка, 2002.- 510с.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики: В2 т.-М.: Наука, 1984. Т.1. - 352с.; Т.2. – 640с.

ЗАДАЧА ПО ДОСТАВЦІ ВАНТАЖУ НА СТАЦІОНАРНИЙ СУПУТНИК

студент Євзютін П.Ю., к.т.н., доц. Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

В майбутньому космічні перевезення будуть займати значну долю ринку логістики, але зараз про це ми можемо лише мріяти. Фантазуючи про майбутнє, розрахуємо яку роботу потрібно виконати для доставки вантажу на стаціонарний супутник, що рухається по орбіті радіусом $r_0=42000$ км, якщо радіус Землі $R=6371$ км.

Помістимо Землю та супутник в систему координат $Oxuz$. (Рис.1). Вважатимем, що обертання відбувається навколо осі Oy з кутовою швидкістю ω .

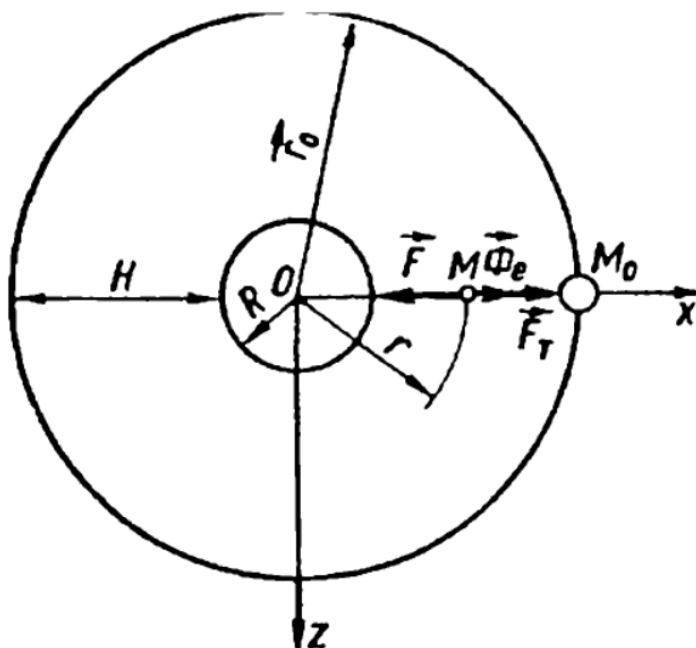


Рисунок 1 – Схема руху супутника

При розв'язанні цієї задачі слід враховувати такі сили: тяжіння, переносну силу інерції і силу тяги. Початкові умови: відносна швидкість $V_r = 0$. Користуючись теоремою про зміну кінетичної енергії у відносному русі, отримаємо:

$$A^F + A^{\Phi_e} + A^{F_T} = 0,$$

$$A^{F_T} = -A^F - A^{\Phi_e}. \quad (1)$$

З (1) видно, що робота сили тяги йде на подолання сил тяжіння та відцентрової сили. Визначимо ці роботи окремо. Роботу відцентрової сили обчислимо за такою формулою:

$$A^{\Phi_e} = \int_R^{r_0} \Phi_e dr = \int_R^{r_0} m\omega^2 r dr = m \frac{\omega^2}{2} (r_0^2 - R^2) \quad (2)$$

Сила тяжіння дорівнює:
$$F(R) = \frac{\gamma m m_3}{r^2},$$

де m_3 – маса Землі.

На поверхні Землі сила тяжіння дорівнює mg , тому:

$$F(R) = \frac{\gamma m m_3}{r^2} = mg.$$

З попереднього рівняння витікає, що:

$$\gamma m_3 = gR^2,$$

а сила :
$$F = \frac{gR^2}{r^2} m.$$

Робота сили тяжіння дорівнює:

$$A^F = -\int_R^{r_0} F dr = -\int_R^{r_0} \frac{gR^2 m}{r^2} dr = -mgR^2 \left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{R^2} \right) = -mgR + mg \frac{R^2}{r_0}. \quad (3)$$

Отримані вирази (2) та (3) підставимо у вихідну формулу та визначимо роботу сили тяги при $\omega = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$:

$$A^{F_T} = mgR + \frac{m\omega^2}{2} R^2 - mg \frac{R^2}{r_0} - \frac{m\omega^2}{2} r_0^2 = mgR \left(1 + \frac{\omega^2 R}{2g} - \frac{R}{r_0} - \frac{\omega^2 r_0^2}{2gR} \right).$$

$$A^{F_T} = mgR(1 + 0.002 - 0.152 - 0.075) = 0.775mgR,$$

Тепер, обчислимо роботу для доставки вантажа вагою $mg = 9.81 \text{ H}$

$$A^{F_T} = 0.775 \cdot 9.81 \text{ H} \cdot 6.37 \cdot 10^6 \text{ м} = 4,94 \cdot 10^6 \text{ H} \cdot \text{м}.$$

Перелік посилань:

1. Павловський М.А. Теоретична механіка./Підручник, К., Техніка, 2002.- 510с.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики: В2 т.- М.: Наука, 1984. Т.1. - 352с.; Т.2. – 640с.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ЗАПУСКА СУПУТНИКА ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ПЕРІОДОМ ОБЕРТАННЯ СУПУТНИКА

студент Італьянцев О. І., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Дослідимо на яку висоту h потрібно запустити супутник по коловій орбіті, щоб його період обертання дорівнював періоду обертання Землі навколо своєї осі.

При цих дослідженнях необхідно враховувати, що задача про рух супутника відносно Землі є задачею про рух матеріальної точки під дією центральної сили. Тому виконуються наступні умови:

- 1) секторна швидкість постійна;
- 2) орбіта супутника - плоско крива.

Це дає можливість розв'язати задачу, застосувавши "другу формулу Біне".

Отже, рух супутника розглядаємо під дією лише сил земного тяжіння, яка обернено пропорційна квадрату відстані супутника від центра Землі, а також будемо нехтувати силою опору та несферичністю Землі.

Знайдемо спочатку період T повного обертання супутника.

За час повного обертання супутник опише повну площу еліпса:

$$S = \pi ab.$$

В цьому випадку має місце теорема площ, згідно з якою площа, що описується радіусом-вектором за час t , дорівнює:

$$S = v_s t,$$

де v_s - секторна швидкість.

За час $t = T$ матимемо рівність:

$$\pi ab = v_s T.$$

Для колової орбіти $a = b = R = h$ і ця формула набуде вигляду:

$$\pi a^2 = v_s T. \quad (1)$$

Враховуючи те, що $a = R + h$, а також з початкових умов

$2v_s = v_0 r_0 \sin \alpha_0$, при $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}$ отримаємо:

$$v_s = \frac{v_0(R+h)}{2}.$$

Тоді формулу (1) запишемо у вигляді:

$$\pi(R+h)^2 = \frac{v_0(R+h)T}{2}.$$

Звідси:

$$T = 2\pi \frac{R+h}{v_0}.$$

Якщо врахувати, що для колової орбіти:

$$v_0 = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}},$$

то, підставивши у формулу для періоду T це значення, матимемо:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}.$$

Звідси:

$$(R+h)^3 = \frac{T^2 g R^2}{4\pi^2}.$$

Із цієї рівності знайдемо шукану висоту h :

$$h = \sqrt[3]{\frac{T^2 g R^2}{4\pi^2}} - R.$$

Підставивши $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$, $T = 8,64 \cdot 10^4 \text{ с}$, отримаємо:

$$h \approx 35630 \text{ км}.$$

ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕСТІЙКОГО РУХУ НА СТІЙКИЙ

ЗА ДОПОМОГОЮ ГІРОСКОПІЧНИХ СИЛ

студент Ковальов Р.В., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розглянемо перетворення нестійкого руху на стійкий за допомогою гіроскопічних сил на прикладі гіроскопічного маятника. Для гіроскопічного маятника можна підібрати параметри так, що його рух буде стійким. Для вирішення цього завдання спочатку складемо рівняння руху гіромаятника. Із гіроскопом зв'яжемо систему $Ox_2y_2z_2$ (рис.1).

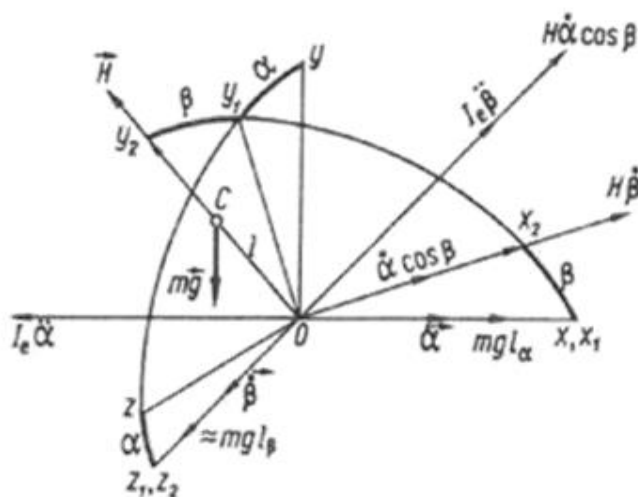


Рисунок 1

Застосуємо принцип Д'Аламбера для складання лінеаризованих рівнянь руху гіромаятника. При цьому векторна сума гіроскопічних моментів, моментів активних сил і сил інерції обертального прискорення має дорівнювати нулю.

Спроекуємо цю векторну суму на осі, відносно яких задані узагальнені координати – кути α і β , тобто відносно осей Ox_1 і Oz_2 . Врахуємо, що кути малі, тоді $\cos \alpha \approx 1$, $\cos \beta \approx 1$, $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta \approx \beta$. Активною є сила ваги.

Так як центральні моменти гіромаятника I_{Cx}, I_{Cy}, I_{Cz} , то за теоремою Гюйгенса-Штейнера його моменти інерції відносно осей, які проходять через його точку O , будуть

$$\begin{aligned} I_{x_2} &= I_{Cx_2} + ml^2, \quad I_{y_2} = I_{Cy_2} = I, \\ I_{z_2} &= I_{Cz_2} + ml^2, \quad I_{Cx_2} = I_{Cz_2} = I_e. \end{aligned} \quad (1)$$

Тоді рівняння руху гіромаятника матимуть вигляд

$$\begin{aligned} I_{z_2} \ddot{\beta} + H\dot{\alpha} - mgl\beta &= 0, \\ I_{x_2} \ddot{\alpha} - H\dot{\beta} - mgl\alpha &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

де $H = I\dot{\gamma}$, $\dot{\gamma}$ - власна швидкість обертання ротора.

Введемо такі позначення:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{H}{\sqrt{I_{x_2} I_{z_2}}} = \frac{H}{I_e + ml^2} = \frac{I}{I_e + ml^2} \dot{\gamma} - \text{частота власних коливань гіроскопа}; \\ \omega_0^2 &= \frac{mgl}{I_e + ml^2} - \text{частота власних коливань фізичного маятника.} \end{aligned}$$

Тоді, поділивши обидва рівняння на $I_e + ml^2$, запишемо їх у формі

$$\begin{aligned} \ddot{\beta} + \lambda\dot{\alpha} - \omega_0^2\beta &= 0, \\ \ddot{\alpha} - \lambda\dot{\beta} - \omega_0^2\alpha &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Очевидно, якщо гіроскоп не обертається, то $\dot{\gamma} = 0 \Rightarrow \lambda = 0$ і рівняння по β і α стають незалежними і рух по кожній з цих координат є нестійким.

Рівняння (3) допускають розв'язок $\alpha = \beta = 0$ це верхнє положення рівноваги гіроматника.

Дослідимо його стійкість.

Оскільки рівняння (3) лінійні, то складемо їх характеристичне рівняння

$$\begin{vmatrix} p^2 - \omega_0^2 & \lambda p \\ -\lambda p & p^2 - \omega_0^2 \end{vmatrix} = p^4 + (\lambda^2 - 2\omega_0^2)p^2 + \omega_0^4 = 0, \quad \text{де } p = \frac{d}{dt}. \quad (4)$$

Для стійкості гіромаятника повинна виконуватися умова

$$\lambda^2 - 2\omega_0^2 > 0 \Rightarrow \lambda^2 > 2\omega_0^2 \text{ або } \lambda > \sqrt{2}\omega_0. \quad (5)$$

Технічно виконати цю умову досить просто. Дійсно, підставивши значення λ і ω_0 , матимемо

$$\frac{I}{I_e + ml^2} \dot{\gamma} > \sqrt{\frac{2mgl}{I_e + ml^2}}.$$

Зробимо чисельну оцінку.

Нехай гіроскоп є циліндром радіусом r і $r = l = 0,1$ м.

Тоді $I_e = \frac{1}{2} I = \frac{1}{4} mr^2$ і

$$\frac{I}{I_e + ml^2} = \frac{\frac{mr^2}{2}}{\frac{mr^2}{4} + mr^2} = \frac{2}{5} = 0,4;$$

$$\sqrt{\frac{2mgl}{I_e + ml^2}} = \sqrt{\frac{2mgr}{\frac{5}{4}mr^2}} = \sqrt{\frac{8g}{5r}} \approx \frac{20\sqrt{2}}{\sqrt{5}}.$$

Отже, матимемо

$$0,4\dot{\gamma} > \sqrt{0,4} \cdot 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

$$\dot{\gamma} > 32 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \approx 300 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Забезпечити таку швидкість дуже легко, бо в сучасних гіроскопах $\dot{\gamma}$ сягає

$$20000 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

З цього дослідження випливає, що за допомогою гіроскопічних сил можна нестійкий рух перетворити на стійкий.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РІВНОВАГИ РОБОТА У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ПОЛОЖЕННІ

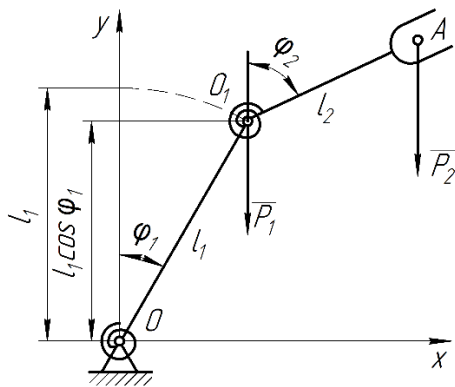
студент Міліціян О.А., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

В наш час все більш актуальним є застосування роботів в різних сферах людської діяльності. Отже розглянемо задачу про забезпечення стійкості рівноваги у вертикальному положенні дволанкового робота-маніпулятора, рух якого здійснюється у вертикальній площині xOy . У точках O_1 і O_2 знаходяться приводи ланок, закони керування якими такі, що вони еквівалентні механічним спіральним пружинам, жорсткість яких c_1 і c_2 відповідно.

Знехтуємо масою важелів l_1 і l_2 і всю масу першої ланки зосередимо в точці O_1 , а масу змінного вантажа із ланкою два вважатимемо зосередженою в кліщах робота - точці A із відповідними силами тяги P_1 і P_2 .



Нехтуючи силами опору знайдемо такі параметри робота, як жорсткість пружин c_1 і c_2 та довжини важелів l_1 і l_2 , аби маніпулятор залишався стійким відносно вертикалі O_y .

Данна система має два степеня вільності.

Візьмемо кути відхилення ланок від ординати φ_1 і φ_2 за узагальнені координати. Тоді для

використання теореми Лагранжа-Діріхле і критерія Сільвестра визначимо потенціальну енергію системи Π , що складатиметься із лінійної комбінації потенціальних енергій пружини $\Pi_{пр}$ і $\Pi_в$ сил ваги P_1 і P_2 . Припустимо, що така енергія у верхньому вертикальному положенні рівноваги — нуль. Виходячи з цього, потенціальна енергія сил ваги трансформується у роботу переходу цих сил із поточного положення у вертикальне і матиме вигляд:

$$\Pi_в = -P_1 l_1 (1 - \cos \varphi_1) - P_2 [l_1 (1 - \cos \varphi_1) + l_2 (1 - \cos \varphi_2)]. \quad (1)$$

Потенціальна енергія в пружинах заходиться як:

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{1}{2}c_1\varphi_1^2 + \frac{1}{2}c_2(\varphi_2 - \varphi_1)^2, \quad (2)$$

де $(\varphi_2 - \varphi_1)$ – кут закручування другої пружини.

Враховуючи, що $1 - \cos\varphi_1 \approx \frac{\varphi_1^2}{2}$, виразимо потенціальну енергію:

$$\begin{aligned} \Pi = \Pi_{\text{пр}} + \Pi_{\text{в}} \approx & -P_1 l_1 \frac{\varphi_1^2}{2} - P_2 l_1 \frac{\varphi_1^2}{2} - \\ & - P_2 l_2 \frac{\varphi_2^2}{2} + \frac{1}{2}c_1\varphi_1^2 + \frac{1}{2}c_2\varphi_2^2 - c_2\varphi_1\varphi_2 + \frac{1}{2}c_2\varphi_1^2. \end{aligned} \quad (3)$$

В квадратичній формі вираз (3) має вигляд:

$$\Pi \approx \frac{1}{2}c_{11}\varphi_1^2 + c_{12}\varphi_1\varphi_2 + \frac{1}{2}c_{22}\varphi_2^2,$$

де:

$$\begin{aligned} c_{11} &= c_1 + c_2 - (P_1 + P_2)l_1; \\ c_{12} = c_{21} &= -c_2; \quad c_{22} = c_2 - P_2 l_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Отже, для $N = 2$ критерій Сільвестра дасть нерівності вигляду:

$$\Delta_1 = c_{11} > 0,$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix} = c_{11}c_{22} - c_{12}^2 > 0. \quad (5)$$

Як бачимо, оскільки $c_{11} > 0$, то і $c_{22} > 0$.

Підставивши вираз (4) для c_{11} в нерівності (5) отримаємо:

$$\begin{aligned} c_1 + c_2 - (P_1 + P_2)l_1 &> 0, \quad c_2 - P_2 l_2 > 0, \\ [c_1 + c_2 - (P_1 + P_2)l_1](c_2 - P_2 l_2) - c_2^2 &> 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Розв'язавши нерівності (6) відносно шуканих величин c_1 , c_2 і l_1 матимемо:

$$c_1 > \frac{c_2 P_2 l_2}{c_2 - P_2 l_2} + (P_1 + P_2)l_1, l_1 < \frac{c_1 + c_2}{P_1 + P_2}, c_2 > P_2 l_2. \quad (7)$$

Таким чином, виконання отриманих нерівностей є обов'язковою умовою аби робот-маніпулятор знаходився у вертикальному положенні рівноваги.

Перелік посилань:

1. Павловський М.А. Теоретична механіка./Підручник, К., Техніка, 2002. - 510с.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики: В2 т.-М.: Наука, 1984. Т.1. - 352с.; Т.2. – 640с.

УМОВИ НЕВАГОМОСТІ ТА НЕЗБУРЕННОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА

студентка Хоменко М. В., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

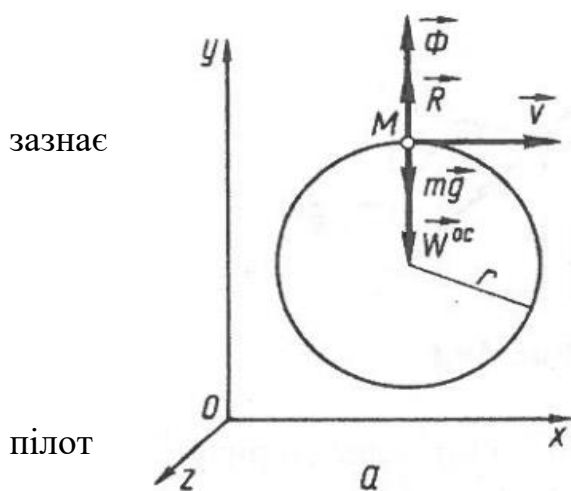
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розберемо спочатку умову невагомості.

Поняття невагомості тісно пов'язане з визначенням реакції в'язі. Відчуття невагомості з'являється тоді, коли реакція основи, на якій стоїть людина, дорівнює нулю. У динаміці для розв'язання таких задач використовують принцип Д'Аламбера (метод кінетостатики):

$$\vec{R} = -(\vec{F} + \vec{\Phi}) = m\vec{w} - \vec{F} \quad (1)$$



Розберемо поняття невагомості на прикладі визначення перевантажень, яких пілот під час руху літака по колу у вертикальній площині (Рис 1). Припустимо, що літак рухається по колу радіусом r зі швидкістю \vec{v} . Визначимо співвідношення між r та \vec{v} , при якому відчуває стан невагомості. Якщо політ рівномірний горизонтальний, то свою

вагу \vec{P} пілот в риймаючи реакцію сидіння $\vec{R} = -\vec{P}$.

Під часу руху літака по колу у вертикальній площині (рис 1) в точці M на пілота діє сила притягання Землі – сила тяжіння $\vec{P} = m\vec{g}$ і реакція сидіння \vec{R} . При цьому сила інерції $\vec{\Phi} = -m\vec{w}$.

Враховуючи, що $|\vec{\Phi}| = \frac{mv^2}{r}$, $m = P/g$ і проектуючи ці сили на вісь Oy , дістанемо $R - P + \frac{P}{g} \frac{v^2}{r} = 0$.

Звідси

$$R = P \left(1 - \frac{v^2}{rg} \right) \quad (2)$$

Невагомість настає в той момент, коли $R = 0$, тобто $1 - \frac{v^2}{rg} = 0$ або

$$v^2 = rg \quad (3)$$

Зазначимо, що кутова швидкість ω обертання літака визначається з рівності

$$1 - \frac{v^2}{rg} = 1 - \frac{\omega^2 r^2}{rg} = 1 - \frac{\omega^2 r}{g} = 0, \text{ звідси}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{r}} \quad (4)$$

Період цього обертання

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}} \quad (5)$$

Ці умови також пояснюють невагомість космонавта на коловій орбіті. У цьому разі у вираз (4) або (5) треба підставити $r = R_3 + h$, де R_3 – радіус Землі, h – висота польоту супутника. Так як зазвичай $h \ll R_3$, то $r \approx R_3$.

Таким чином, підставивши у вираз (6) $R_3 \approx 6371$ км, отримаємо

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R_3}{g}} = 84,4 \text{ хв} \quad (6)$$

Якщо у вираз (4) підставити R_3 , то одержимо значення v_k – першої космічної швидкості: $v_k = \sqrt{R_3 g} = \sqrt{6,37 \cdot 10^6 \cdot 9,8} \approx 7,9 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Тепер розберемо умову незбурюваності математичного маятника

Період T , обчислений за формулою (6), дорівнює періоду коливань такого математичного маятника, довжина якого буде дорівнювати радіусу Землі. Реалізувати такий математичний маятник звичайно не можна, але його особливістю є те, що з яким би прискоренням не рухалась точка його підвішування по поверхні Землі, він завжди буде направлений по вертикалі – до центра Землі.

Отже, рівність (4) при $r = R_3$ або (6) є умовою незбурюваності математичного маятника.

Технічна реалізація ідеї про незбурюваність маятника на рухомій основі дала можливість створити такий напрям у технічній кібернетиці, як теорія інваріантності, або незбурюваності.

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ПОВЕРХНЕВОГО
ЗМІЦНЕННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

к.т.н., доц.Радько¹ О.В., к.т.н., доц.Скуратовський² А.К.,
асп.Науменко³ Н.О.

1 - Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

2 - Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

3 - ДП "Державтотрансдіпроект", м. Київ, Україна

Широке застосування нових комбінованих технологій для поверхневого зміцнення робочих поверхонь різального інструменту (РІ) надає можливість підвищити його зносостійкість та продуктивність механічної обробки конструкційних матеріалів (КМ). Однак, ефективне використання нових методів інженерії поверхні неможливе без їх оптимізації.

В результаті проведених досліджень запропонована методика, яка складається з таких основних етапів:

–аналіз інформації щодо вихідних характеристик і умов роботи РІ при обробці КМ та оцінка можливості й доцільності його поверхневого зміцнення тим чи іншим методом інженерії поверхні;

–визначення оптимальних режимів для обраного методу поверхневого зміцнення на підставі результатів математичного моделювання та багатокритеріальної оптимізації;

–поверхневе зміцнення РІ обраним методом поверхневого зміцнення
(на прикладі імпульсного ТЦ ІА)

Використання результатів моделювання та багатокритеріальної оптимізації надає можливість для визначених методів поверхневого зміцнення обирати технологічні режими модифікування поверхонь РІ при його виготовленні та відновленні. При цьому технологом будуть визначатися саме такі значення параметрів технологічних процесів, які з урахуванням умов механічної обробки КМ задовольнять будь-які наперед задані вимоги до експлуатаційних, зокрема триботехнічних, властивостей зміцнюваного РІ.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА ПРИ ГРАНУЛЯЦІЇ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ	
Манастирний М.М., Корнієнко Я.М., Любека А.М.	6
ПОТУЖНІСТЬ У РОТОРНОМУ ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ	
Бишко М.А., Зубрій О.Г.	9
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІСТИРОЛУ БЛОЧНИМ МЕТОДОМ З РОЗРОБКОЮ ПІДГРІВАЧА СТИРОЛУ, РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРИЗАТОРА ТА ОХОЛОДЖУВАЧА	
Борисенко А. С., Степанюк А. Р.	11
ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ ПРИ КАСКАДНІЙ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРІВ	
Великоіваненко С.П., Швед М.П., к.т.н Швед Д.М.	13
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ У ВИРОБНИЦТВІ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ	
Гайдін Є.М., Андреев І.А.	15
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ РОЗПЛАВУ КОМПОЗИЦІЇ ПОЛІЕТИЛЕНУ ТА КАУЧУКУ	
Гоцький Я.Г., Двойнос Я.Г.	17
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛОСКОЩІЛЬОВОЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА	
Гребелюк І.В., Двойнос Я.Г.	19
ВПЛИВ РОЗМІРІВ ТА ФОРМИ ЯБЛУК НА ПРОЦЕС СУШІННЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ЧИПСІВ	
Гусарова О.В.	21
СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЯЦІЇ ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ В АВТОКОЛИВАЛЬНИЙ РЕЖИМ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ	
Денисенко В.Р., д.т.н., проф. Корнієнко Я.М.	23
ПРОЦЕС КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ	
Довгаль О.О., Степанюк А.Р.	26
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ РЕАКТОРІВ- ЗМІШУВАЧІВ	
Драгузя О.В., Зубрій О.Г.	28
МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА НІЗИНУ	
Драгузя К.В., Зубрій О.Г.	30

АПРОКСИМАЦІЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ АЗОТНО-ГУМІНОВИХ ДОБРИВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ МНОЖИН	
Євзютін П.Ю., Італьянцев І.О., Сачок Р.В.	32
ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІЇ ДВООКСИДУ СІРКИ ЗА РАХУНОК ПІДВИЩЕННЯ ПИТОМОЇ ПОВЕРХНІ СОРБЕНТУ	
Жайворонок В.А., Собченко Г.О., Собченко В.В.	34
ОТРИМАННЯ ВАПНА З ВИСОКОЮ РЕАКЦІЙНОЮ ЗДАТНІСТЮ В АПАРАТІ З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ ІНЕРТНОГО МАТЕРІАЛУ	
Жайворонок В.А., Роман С.М., Собченко Г.О.	36
МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРНОГО БЛОКУ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ	
Іваненко М.С., Степанюк А.Р.	38
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ КОКСОВИХ ГАЗІВ З РОЗРОБКОЮ РОЗДІЛЮЮЧОЇ КОЛОНИ, КОНДЕНСАТОРА ТА ХОЛОДИЛЬНИКА	
Ільєнко А.В., Степанюк А.Р.	40
РОЗРОБКА ЕНЕРГООЩАДНОГО ОБЛАДНАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕХАНІЗМІВ ДІВЕ	
Коник А.В., Радченко Н.Л., Гоженко Л.П.	42
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ШАРУ КОНЦЕНТРАЦІЙНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ	
Лещенко О.А., Гулієнко С.В.	44
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЮ В УКРАЇНІ	
Метліна М.С., Зубрій О.Г.	46
АПРОКСИМАЦІЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ АЗОТНО-КАЛЬЦІЄВО-ГУМІНОВИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТИВ МЕТОДАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	
Міліціян О.А., Сачок Р.В.	48
ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕПЛООБМІННИКА «ТРУБА В ТРУБІ» В ПРОЦЕСІ РЕКТИФІКАЦІЇ	
С. Г. Мішуков,, І. А. Андреев	50
МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ГЛУТАМІНОВОЇ КИСЛОТИ	
Ю.П.Новікова, О.Г.Зубрій	52
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК	
Новодворський В.В., Степанюк А.Р.	54
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ УЛОВЛЮВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ ПРИ ОДЕРЖАННІ ГУМІНОВО–МІНЕРАЛЬНИХ КОМПОЗИТИВ	
Орленко А.Ю., Степанюк А.Р.	56

УТИЛІЗАЦІЯ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН	
Панченко Д.М.; Семінський О.О.	58
РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР РЕЦЕПТУР МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН	
Панченко Д.М.; Семінський О.О.	60
ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕПЛОБМІННИКА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПИВА	
Пищик Б.І., Андреев І.А.	62
ЕКСПРЕМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПРОПОВІДНОСТІ	
Подиман Г.С., Двойнос Я.Г.	64
ТЕЧІЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В КАНАЛІ ВІБРОЕКСТРУДЕРА ПРИ ФОРМУВАННІ ВИРОБІВ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ	
Пригорницький.Т.М., Андреев І.А.	66
МОДЕРНІЗАЦІЯ ФОРМУЮЧОЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА	
Сацердотов А.О., Двойнос Я.Г.	68
ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕГЕНЕРАЦІЇ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ РЕЖИМІ	
Симан І. В., Гулієнко С.В.	70
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СУШІННЯ БІОМАСИ	
Сорокова Н.М.	72
ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ	
Целень Б.Я., Недбайло А.Є., Щепкін В.І.	74
КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛОБМІННИК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БАЗОВИХ КОМПОНЕНТІВ БЕНЗИНУ	
Чеберда В.О., Степанюк А.Р.	76
КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛОБМІННИК ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ КОКСОВИХ ГАЗІВ	
Шиховцев Є.Р., Степанюк А.Р.	78

СЕКЦІЯ 2

«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СІТКОВОЇ ЧАСТИНИ ПРМ	
Бобела С.О., Зайцев С.В.	81
МОДЕРНІЗАЦІЯ СУШИЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПАПЕРОРІЗНОЇ МАШИНИ	
Гордієнко І.М., Зайцев С.В.	83

СПОСОБИ РОЗРІЗАННЯ ПАПЕРУ

Деркач О.Д. 85

ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ПНОГАСНИКІВ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТАХ

Косенко В.В., Семінський О.О. 87

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЛІПІДНИХ НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ

Макаренко А.А., Авдєєва Л.Ю. 89

ФІЗИЧНА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ЦЕОЛІТУ

Маргарян А.А., Марчевський В.М. 91

КІНЕТИКА ДИСПЕРГУВАННЯ ВОЛОКНИСТОЇ МАСИ В ОДНОСТУПІНЧАСТОМУ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

Онищенко Д.М., Семінський О.О. 93

СУЧАСНІ СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ БАГАТОШАРОВОГО КАРТОНУ В УКРАЇНІ

Перепелиця Д. О., Новохат О. А. 85

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ КАЛАНДРУВАННЯ

Пензєв О.С., Новохат О.А. 97

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ КЛЕЇЛЬНИХ ПРЕСІВ

Сюрвасєв С.В., Новохат О.А. 99

ПРОЦЕС СУШІННЯ КАРТОНУ

Телестакова В.В., Марчевський В.М. 101

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ

Улітько Р.М., Марчевський В.М. 103

СЕКЦІЯ 5

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

ОТРИМАННЯ ПАПЕРУ ДЛЯ ГОФРУВАННЯ З ВІДХОДІВ УПАКОВКИ МЕРЕЖІ «МАКДОНАЛЬДС»

Березанський Д.В., Мовчанюк О.М. 106

МІКРОКРИСТАЛІЧНА ЦЕЛЮЛОЗА ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ

Веремієнко В. М., Ященко О. В., Барбаш В. А. 108

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ В ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО АПАР

Вірник М.М., Овсянкін В.О. 110

ОТРИМАННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ КОМБІНОВАНИМ СПОСОБОМ ІЗ СОЛОМИ ВІВСА

Власенко М.Д., Дейкун І.М. 111

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ФІЛЬТРУВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИСТКИ ВІД ІОНІВ MN(II) НА МАТЕРІАЛІ CALSITE	
Головач К.В., Овсянкіна В.О.,	113
ОТРИМАННЯ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ	
Жовтун Т. С, Зеленчук Т. В., Барбаш В. А.	114
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ОКИСНЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ОКСИЦЕЛЮЛОЗИ	
Зеленчук Т. В., Барбаш В. А.	116
ОТРИМАННЯ НАНОЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН ЛЬОНУ	
Кедровська А.М., Яценко О.В., Барбаш В.А.	117
ПРОЦЕС ОКИСНЕННЯ ЦЕЛЮЛОЗИ «ТЕМРО»	
Коваленко О.Д., Дейкун І.М., Барбаш В.А.	120
ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ПРИРОДНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ	
Кулібаба Т.Ю., Овсянкіна В.О.,	122
АЛЬТЕРНАТИВНА СИРОВИНА ДЛЯ НАПІВФАБРИКАТІВ	
Мітько А.В., Черьопкіна Р.І.	123
ОТРИМАННЯ НАНОЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ВОЛОКОН КЕНАФУ	
Опольський В. О., Яценко О. В., Барбаш В. А.	125
ПАПР ІЗ НЕДЕРЕВНИХ ВОЛОКОН	
Шишкіна С.О., Черьопкіна Р.І.	127
МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ ТА ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ	
Якименко О.В., Плосконос В.Г.	129
ВИРОБНИЦТВО НАСТОЙКИ КАЛЕНДУЛИ	
Степанюк А.М.	131

СЕКЦІЯ 6

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА І ДЕТАЛІ МАШИН»

ЗАДАЧА ПРО НАДАННЯ СУПУТНИКУ ДОДАТКОВОЇ ШВИД- КОСТІ ДЛЯ ЙОГО ПЕРЕХОДУ НА ПАРАБОЛІЧНУ ОРБИТУ	
Гавриленко В. В., Штефан Н. І.	133
ЗАДАЧА ПО ДОСТАВЦІ ВАНТАЖУ НА СТАЦІОНАРНИЙ СУПУТНИК	
Євзютін П.Ю., Штефан Н.І.	135
ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ЗАПУСКА СУПУТНИКА ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ПЕРІОДОМ ОБЕРТАННЯ СУПУТНИКА	
Італьянцев О. І., Штефан Н. І.	137

ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕСТІЙКОГО РУХУ НА СТІЙКИЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІРОСКОПІЧНИХ СИЛ	
Ковальов Р.В., Штефан Н.І.	139
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РІВНОВАГИ РОБОТА У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ПОЛОЖЕННІ	
Міліціян О.А., Штефан Н.І.	142
УМОВИ НЕВАГОМОСТІ ТА НЕЗБУРЕННОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА	
Хоменко М. В., Штефан Н. І.	144
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ	
Радько О.В., Скуратовський А.К., Науменко Н.О.	146

Рішення

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

На заключному пленарному засіданні конференції було прийнято наступне рішення:

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

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

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

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

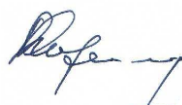
5. Видати збірник праць конференції.

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

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

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедру машин та апаратів
хімічних і нафтопереробних виробних
виробництва



Я.М.Корнієнко

**Підписано до друку 20.04.2018 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 6,4
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 2004/02.**

**ФОП Гузік О.М.
Податковий номер №2705814113
м. Київ, вул. Б. Гаврилишина, 16
Тел.: 338-16-61.**