Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”
НТУУ “КПІ”

Інженерно-хімічний факультет

Збірник тез доповідей VII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених

”ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ”

Частина 1

19-21 листопада
Київ 2010

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

НТУУ “КПІ”

Інженерно-хімічний факультет

Збірник тез доповідей VII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених

”ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ”

Частина 1

Голова оргкомітету: д.т.н., професор, зав. кафедри МАХНВ
Корнієнко Ярослав Микитович

Члени оргкомітету:
к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович
д.т.н., професор Мікульонок Ігор Олегович
к.т.н., доцент Андреєв Ігор Анатолійович
к.т.н., доцент Швед Микола Петрович
к.т.н., доцент Зубрій Олег Григорович
к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович

Редактор к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович

Комп’ютерна верстка: Венедиктов М.В.

Рекомендовано до друку
кафедрою машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 3
від 20 жовтня 2010 р.

Шановні колеги, магістранти, студенти, дорогі друзі!

Вітаю всіх учасників та гостей VII науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" кафедри Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Розвиток сучасних технологій неможливий без творчого та грамотного підходу до вирішення складних інженерних та наукових проблем. Тільки завдяки наполегливій праці можна досягти значних успіхів у фаховому та кар’єрному рості. Переглядаючи матеріали конференції, приємно відзначити, що більшість авторів сумлінно підійшли до вирішення поставлених проблем та проявили себе як зрілі інженери та науковці.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 66.081.63

ПРИНЦИПИ ФІЗИЧНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БАРОМЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ

д.т.н., проф. Корнієнко Я.М., асист. Гулієнко С.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процеси розділення багатокомпонентних систем відіграють провідну роль в багатьох галузях господарства, зокрема і в хімічній технології. В тому числі надзвичайно важливою є проблема підготовки води необхідної якості для технологічних, побутових, санітарно-гігієнічних та інших потреб. Особлива гострота проблеми обумовлена тим, що вода з природних джерел не відповідає існуючим вимогам, а її стан поступово погіршується через антропогенний та технологічний тиск. Одним з ефективних методів вирішення поставленої проблеми є використання мембранних методів, зокрема, надзвичайно перспективним є використання баромембранних процесів для обробки води та водних розчинів, очищенні стічних вод та виготовлення питної води високої якості. Проте широкому впровадженню таких систем перешкоджає ряд проблем, пов’язаних з зменшенням продуктивності установок з часом, забруднення поверхонь мембран тощо. Тому для ефективної експлуатації мембранних апаратів необхідно використовувати при проектуванні математичні моделі, які б найбільш повно описували процес і враховували всі найважливіші фактори, які на нього впливають.

На сьогодні, найбільш точною вважається капілярно-фільтраційна модель селективної проникненості [1]. Згідно цієї моделі на поверхні пор ліофільної мембрани (рисунок 1) утворюється поверхневий шар зв’язаного розчинника товщиною t_c.

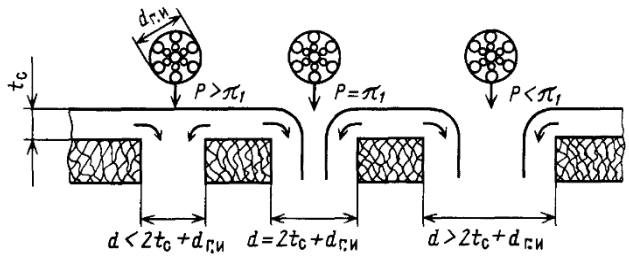


Рисунок 1 – До пояснення механізму капілярно-фільтраційної моделі

Властивості розчинника у зв’язаному шарі відрізняються від властивостей розчинника в об’ємі, в тому числі зв’язаний розчинник має понижену здатність до розчинення. Якщо діаметр пор мембрани $d \leq 2t_c + d_{г.н}$ ($d_{г.н}$ – діаметр елементарної частинки розчиненої речовини(молекули чи

гідратованого іона)), то через пори буде проходити переважно розчинник, що і обловлює селективність мембран для баромембранних процесів.

Для вираження об'ємного потоку речовини через мембрану використовуєть закон Дарсі [2]:

$$J = K\Delta p$$

де Δp - рушійна сила процесу (різниця тисків).

Для знаходження константи проникнення K для можуть бути використані наступні моделі [2]:

- модель Хагена-Пуазейля (з припущенням, що пори мембранни приймаються прямим циліндрами):

$$J = \frac{\varepsilon r^2}{8\mu\tau\Delta x}\Delta p$$

де ε - пористість мембран, r - радіус пор, τ - фактор нерівностей, μ - в'язкість рідкої фази, $\Delta p/\Delta x$ - градієнт тиску.

- модель Козені-Кармана (з припущенням, що пори сформовані проміжками щільно укладених сфер):

$$J = \frac{\varepsilon^3}{K S^2 (1-\varepsilon)^2}\frac{\Delta p}{\Delta x}$$

де K - константа Козені-Кармана (залежить від форми пор), S - питома поверхня.

Проте форма каналів в мембранах відрізняється від прийнятих в розглянутих моделях допущень, тому для більш точного опису процесу лід використовувати складніші моделі з урахуванням коефіцієнтів масовіддачі.

Крім того, розрахунках процесів мембранного розділення та відповідного обладнання необхідно враховувати концентраційну поляризації. Останнім часом було запропоновано ряд моделей [2], які дозволяють передбачити її величину та вплив на процес. До них належать плівкова теорія, модель Шпейгера-Кедема, модель гелевого шару, та інші. Проте більшість зазначених моделей, мають обмеження у застосуванні, а також не враховують органічні та біологічні забруднення.

Тому вдосконалення існуючих математичних моделей є одним з ключових напрямків дослідження баромембранних процесів.

Перелік посилань:

1. Дытнерский Ю.И Баромембранные процессы. Теория и расчет. – М.: Химия, 1986.
2. Мулдер М. Введение в мембранную технологію: Пер. с англ.. – М.: Мир, 1999.
3. Salib Shirazi, Che-Jen Lin, Dong Chen. Inorganic fouling of pressure-driven membrane processes – A critical rewiew // Desalination. – 2010. – 250. – p. 236-248

УДК 628.5.66.002.09

СТАБІЛІЗАЦІЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ ПРИ БЕЗПЕРЕРВНОМУ ПРОЦЕСІ УТВОРЕННЯ КОМПОЗИТІВ

д.т.н., проф. Корнієнко Я.М., асистент Сачок Р.В.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Розробка технології виробництва нового покоління гуміново-мінеральних гранульованих добрив із змінним співвідношенням поживних і стимулюючих речовин, що рівномірно розподілені по всьому об'єму гранул, є актуальною. Нова технологія ґрунтується на способі одержання гуміново-мінеральних багатошарових композитів з рідких систем у псевдозрідженому шарі. [1]

В роботі [2] запропоновано математичну модель безперервного процесу утворення гуміново-мінеральних багатошарових композитів, яка з урахуванням нульового порядку росту гранул запишеться у вигляді:

$$\frac{\partial g}{\partial \tau} + \frac{\partial}{\partial D}\left[\Lambda g\right] = \psi + \varphi \tau \infty - \frac{3}{D} \qquad SKgD \qquad 0<D< \tag{1}$$

де g - функція масового розподілення гранул за діаметром, мм$^{-1}$; τ - час, год; D – поточний діаметр гранул, мм; Λ - лінійна швидкість росту гранул, мм/год; S - функція сепаратора; ψ – коефіцієнт гранулоутворення; K - константа вивантаження, год$^{-1}$; φ - функція джерела нових центрів грануляції, (мм×годину)$^{-1}$

Для стаціонарного процесу, коли $\partial g/\partial \tau = 0$, рівняння (1) приймає вигляд:

$$\varphi(D) = \psi + SKg\Lambda - \frac{\partial}{\partial D}\left[\Lambda g\right] - \frac{3\Lambda}{D} \tag{2}$$

Для забезпечення стабілізації дисперсного складу в апараті при загальному вивантаженні розраховуємо потужність узагальненої функції джерела нових центрів грануляції, яка реалізується у вигляді зовнішнього рециклу.

$$\varphi(D) = \varphi_{зовн} + \varphi_{вн} \tag{3}$$

де $\varphi_{зов}$ – потужність зовнішнього джерела, 1/(мм·год.), $\varphi_{вн}$ – потужність внутрішнього джерела, 1/(мм·год.).

З рівняння (2) розраховуємо потужність розрахункової функції $\varphi(D)$, яка забезпечує стабілізацію дисперсного складу і порівнюємо з потужністю, визначеною з експерименту $\varphi_{вн}(D)$. Потужність компенсаційної функції визначиться за виразом:

$$\Delta\varphi = \varphi_{зовн} - \varphi_{вн}(D) \tag{5}$$

Якщо в інтервалі значень d функція $\Delta\varphi$ набуває від'ємних значень, це характеризує недостатню потужність внутрішнього джерела. В разі набуття позитивних значень $\Delta\varphi$ в певному інтервалі процес супроводжується надмірною інтенсивністю утворення гранул з такими розмірами. Так, для точки А з D_e = 2,3 мм при τ = 0,58, рис. 1, розрахована функція $\Delta\varphi$, рис 2а), яка визначає дисперсний склад рециклу від 0,7 до 1,1, рис. 2б)

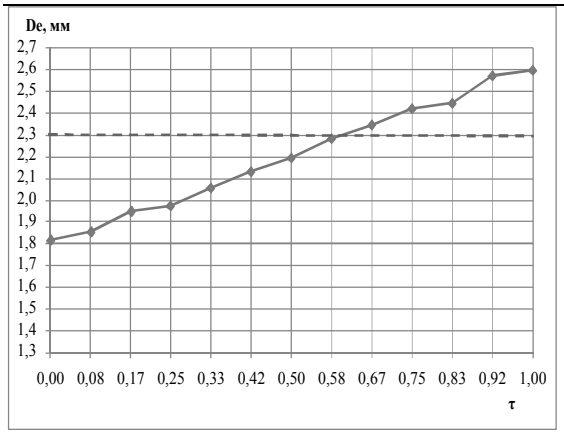


Рис.1 Динаміка еквівалентного діаметра протягом експерименту

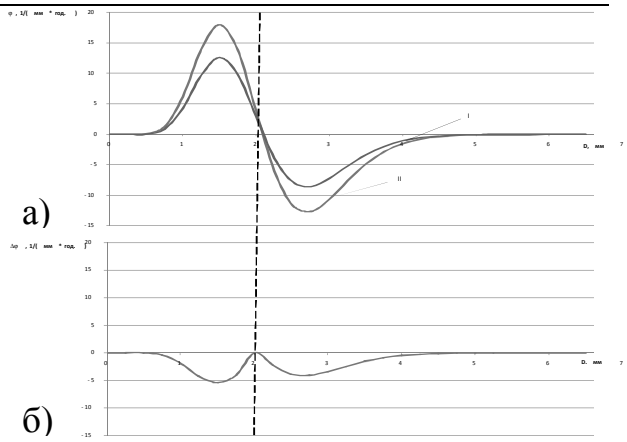


Рис.2 а) Функція джерела та стоку нових центрів грануляції I – ідельна, II - реальна б) Компенсаційна функція Δφ

Проведені експерименти з зовнішнім рециклом, розрахованим за новою методикою, дозволюють досягнути стабілізацію еквівалентного діаметра в інтервалі $\bar{\tau}$=0...0.37, рис.3. Відсутність стабілізації еквівалентного діаметра протягом $\bar{\tau}\geq$0.37 пояснюється недостатньою потужністю джерела нових центрів грануляції φ(D).

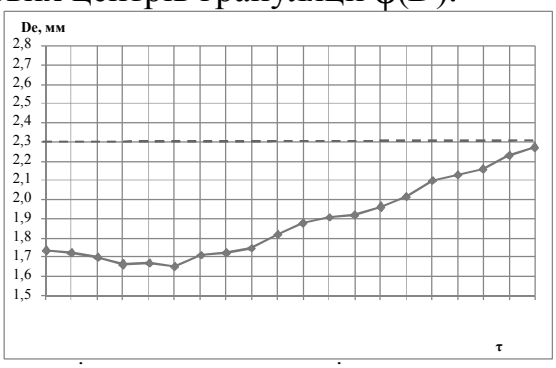


Рис.3 Динаміка еквівалентного діаметра при проведенні експерименту з зовнішнім рециклом

Отриманий спосіб розрахунку потужністі зовнішнього рециклу та величини еквівалентних діаметрів доцільно використовувати при проведенні процесу гранулоутворення гуміново-мінеральних багатошарових твердих композитів для стабілізації дисперсного складу продукту, тобто для отримання заданих властивостей, в першу чергу – еквівалентного діаметра на рівні 2,3 мм.

Перелік посилань:

1. Пат. 4465 Україна, МКП С05 G 1/00. Спосіб виготовлення гранульованих органомінеральних добрив. / Я.М. Заграй, Я.М. Корнієнко (Україна). – № 93121640; Заявл. 21.05.93; Опубл. 27.12.94, Бюл. №6-1. - 14 с.
2. Корнієнко Я.М. Математичне моделювання безрециклового процесу грануляції у псевдозрідженому шарі. // Наукові вісті НТУУ “КПІ” – 2000. - № 2. - С. 38 – 41.

УДК 628.5.66.002.08

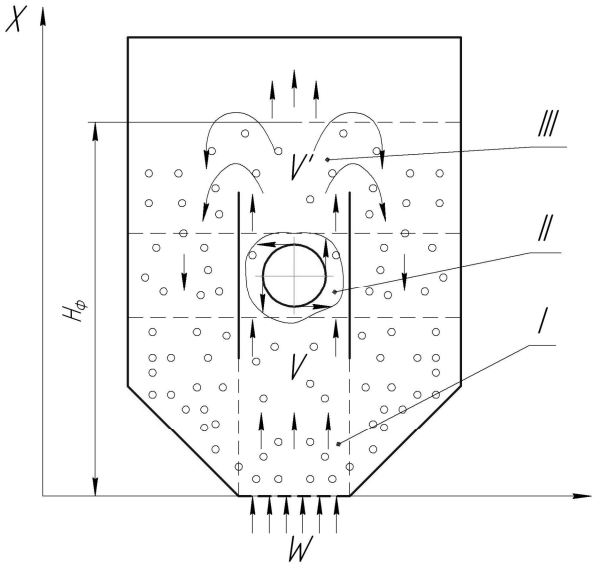
МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ В ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМАХ

д.т.н., проф. Корнієнко Я.М., аспірант Гатілов К.О.,
магістрант Науменко Д.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес утворення багатошарових гуміново-мінеральних твердих композитів передбачає утворення шару мікрокристалів мінеральних та колоїдних частинок органічних речовин.

Найбільш ефективним способом реалізації цього процесу є зневоднення композитних розчинів у псевдозрідженому шарі з вертикальною направленою циркуляцією зернистого матеріалу. Фізична модель може бути представлена як послідовний рух зернистого матеріалу через зону зрошення, релаксації та інтенсивного тепло-масообміну, рис. 1.

Спрямований рух теплоносія здійснюється у вертикальному каналі, утвореному спеціальними пластинами, в якому двофазна дисперсна система доповнюється краплями рідини в зоні II.



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

Рисунок 1 – Фізична модель процесу

Рух газового потоку в центральному каналі буде описувати рівняння Нав'є-Стокса. Враховуючи, що основна зміна швидкості відбувається по висоті апарата(вісь OX), рівняння набуває вигляду:

$$-\rho g \rho \frac{\partial P}{\partial x} \frac{\partial W}{\partial x} \frac{W^2}{2} \frac{XXX}{\tau} \quad X \quad , \qquad (1)$$

де W_X – вертикальна складова швидкості руху потоку; ρ – густина потоку;
P – тиск; θ – коефіцієнт тертя.

Процес стаціонарний, а отже, рівняння (1) змінюється до вигляду:

$$\rho\theta\frac{\partial P}{\partial x} = -\rho g - \frac{\partial W_X W_X}{\partial x} - \frac{\theta W^2}{2}. \qquad (2)$$

Для окремої частинки, яка рухається у вертикальному трьохфазному потоці, з урахуванням дії на неї тільки сили тяжіння та гідродинамічного опору середовища виконується другий закон Ньютона[1]:

$$m\frac{dV}{d\tau} = mg \pm \zeta\rho\frac{\pi d^2}{4}\frac{u^2}{2}, \qquad (3)$$

де m, ρ – маса та густина частинки; g – прискорення сили тяжіння; u – відносна швидкість; ζ – коефіцієнт гідравлічного опору[1].

При вертикальному русі з повздовжнім омиванням газовим потоком, рівняння (3) набуває вигляду:

$$m\frac{dV}{d\tau} = mg - \zeta\rho\frac{\pi d^2}{4}\frac{u^2}{2}. \qquad (4)$$

В свою чергу, відносна швидкість:

$$u = W - V, \qquad (5)$$

де W – швидкість газового потоку; V – швидкість руху частинки.

Дійсна швидкість газу визначається з залежності:

$$W_f = (\varepsilon)\frac{Q}{F_a \cdot \varepsilon}, \qquad (6)$$

де Q – об'ємна витрата газу; F_a – поперечний переріз апарата; ε – порізність шару.

В зоні зрошення швидкість руху частинки падає внаслідок збільшення маси частинки (розподілення розчину по поверхні частинки). При цьому швидкість можна визначити з закону збереження імпульсу:

$$mV = (m + m_{розч})V', \qquad (7)$$

де $m_{розч}$ – маса розчину, що сприйняла частинка; V' – швидкість частинки після зони зрошення.

Для визначення профілю швидкостей газового потоку та частинок в центральній частині апарата необхідно розв'язати рівняння (2) та (4).

Перелік посилань:

1. Плановский А.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности. – М.: Химия, 1979. – 288 с.

УДК 628.5.66.002.08

АЕРОДИНАМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ

д.т.н., проф. Корнієнко Я.М., асистент Гатілов К.О.,
магістрант Кравчук М.А., магістрант Науменко Д.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Враховуючи значний вплив технологічних параметрів роботи грануляційного обладнання та його конструктивного оформлення на рух гранул в апараті і його габарити, останнім часом проводиться пошук нових актуальних способів одержання композитних речовин та апаратів, що дозволяють сумістити ряд процесів: випарка, кристалізація та сушка.[1]

При зневодненні рідких композитних систем застосування техніки псевдозрідження дозволяє реалізувати цей процес в одному апараті з мінімальними енергетичними витратами при значеннях термічного ККД більше 60%. Необхідна поверхня тепло-масообміну знаходиться за умовами стійкої кінетики гранулоутворення на основі рівнянь тепло-масообміну (1) та (2).[2]

$$Q = K \cdot \Delta T \cdot \sum f \qquad (1)$$

$$M = \beta \cdot \Delta C \cdot \sum f \qquad (2)$$

де K – коефіцієнт теплопередачі; ΔT – середня корисна різниця температур; $\sum f$ – загальна поверхня псевдозрідженого шару; β – коефіцієнт масопередачі; ΔC – рухома сила масопередачі.

Відповідно до загальної площі поверхні частин в шарі буде визначатись і висота псевдозрідженого шару (H_0),[2]:

$$H_0 = \frac{\sum f \cdot d_e}{F_0 \cdot (1 - \varepsilon_0)} \qquad (3)$$

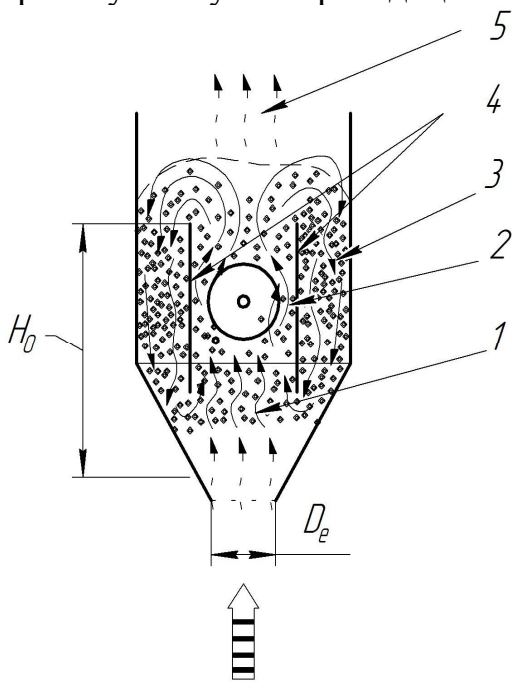
де ε_0 – порізність шару,
F_0 – площа поперечного перерізу апарата,
d_e – еквівалентний діаметр частинок у псевдозрідженому шарі.

Процес зневоднення і грануляції передбачає багатократне проходження твердої частинки через зону зрошення, релаксації та тепло-масообміну. Внаслідок чого утворюється пошарова структура, при якій забезпечується рівномірне розподілення компонентів по всьому об’ємі композита. Це є вирішальним фактором при зневоднені органо-мінеральних розчинів, що містять макрочастинки кількістю від 0,5 до 2% маси.

Експериментально встановлено, що стійка кінетика гранулоутворення у коефіцієнтом гранулоутворення $\psi \geq$ 95%, досягнено

при відношенні висоти псевдозрідженого шару до еквівалентного діаметра апарата $H_0/D_e > 2$.

Ця умова прогнозує максимальну вірогідність залучення кожної частинки у процеси переносу. Тому в апараті доцільно ставити вставки.



1 – зона інтенсивного тепло-масообміну, 2 – зона зрошення, 3 – зона релаксації, 4 – направляючі пластини, 5 – вихід потоку газа.
Рисунок 1 – Аппарат з псевдозрідженим шаром

Саме завдяки дослідженню гідродинаміки дисперсної трьох-фазної системи, можна досягти найефективнішого двостороннього підведення теплоти до надтонкої плівки рідини утвореної на поверхні гранул, що утворює пошарову структуру.

Об'єктом досліджень – процес зневоднення у псевдозрідженому шарі.

Предметом – гідродинаміка процесу.

Завдання – сформулювати фізичну та математичну модель, розробити конструкцію апарату та експериментально перевірити її.

Перелік посилань:

1. Кочетков В.Н. Гранулирование минеральных удобрений. М.: Химия, 1975. – 244с.
2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. Химия, Москва 1968. – 848с.
3. Корнієнко Я.М., Технічні способи грануляції. Навч. Посібник. – К.:1997. – 128с.

УДК 66.047

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ СУШИЛЬНИХ УСТАНОВОК

к.т.н. Чалаєв Д.М., аспірант Дубовкіна І.О.
Інститут технічної теплофізики НАН України

У технологіях висушування визначальними є процеси тепло- та масообміну. Від їх інтенсивності та можливостей управління ними залежить ефективність та економічність використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

Можливість використання теплоносія з високою температурою при збереженні якісних показників кінцевого продукту, високий ступінь дисперсності порошку, можливість регулювання його властивостей дозволяють вважати розпилювальний метод одним із найбільш прогресивних методів збезводнення рідинних та пастоподібних матеріалів.

Проте цей метод має ряд недоліків: велика металомісткість обладнання, великі енергетичні затрати через використання значних об'ємів теплоносія для реалізації процесу сушіння розпиленого в об'ємі камери продукту. Тому робота направлена на зменшення енергозатрат актуальна.

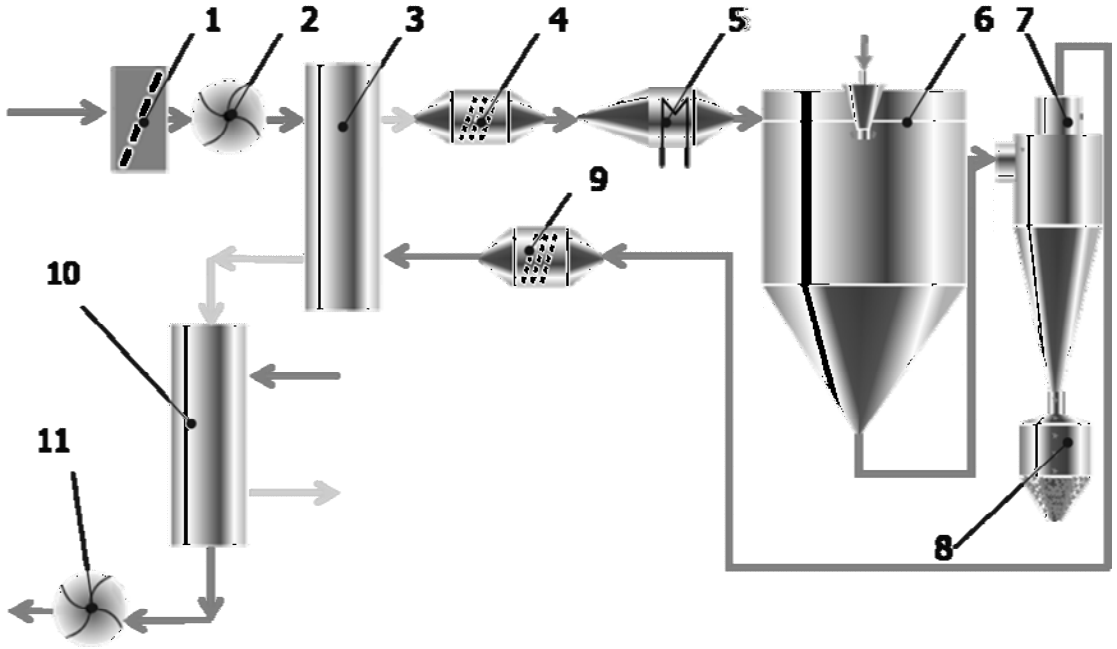
Зниження енерговитрат в процесах розпилювального сушіння може бути досягнуто за рахунок:

- утилізації теплоти відхідних від автономних теплогенераторів газів для попереднього підігріву теплоносія;
- утилізації теплоти відпрацьованого в сушильному процесі теплоносія [1,2].

Для повної утилізації тепла відпрацьованого в процесі сушіння теплоносія можна застосувати технологічну схему (рис. 1), у якій після повітряного рекуператора встановлюється додатковий теплообмінник для підігріву води на технологічні потреби.

Процес утилізації можна організувати таким чином, щоб одночасно протікали охолодження відпрацьованого сушильного агента, конденсація розчинника й виділення пилу. Завдяки цьому досягається зниження енерговитрат і скорочення регламентованих втрат харчового продукту в процесі сушіння, а саме:

- повертається в технологію теплота за рахунок підігріву атмосферного повітря з навколишнього середовища;
- повертається в технологію харчовий продукт, отриманий при розчиненні й змиві сконденсованим розчинником;
- підвищується інтенсивність теплопередачі між відпрацьованим теплоносієм і повітрям з навколишнього середовища;



1 – фільтр повітряний; 2 – вентилятор нагнітаючий; 3 – повітряний рекуператор; 4 – фільтр; 5 – нагрівач повітря; 6 – сушильна камера; 7 – циклон; 8 – бункер для збору продукту; 9 – фільтр; 10 – теплообмінник; 11 – вентилятор.

Рисунок 1 – Схема утилізації теплоти відпрацьованого в сушильному процесі теплоносія

-стабілізуються теплотехнічні характеристики й спрощуються умови експлуатації утилізатора за рахунок одночасної дії двох факторів: конденсації на поверхнях теплопередачі пари розчинника й змиву пилу харчового продукту.

Спосіб утилізації не змінює традиційного процесу сушіння, тому що реалізується наприкінці технологічної лінії й витрати на реалізацію запропонованого способу значно менші у порівнянні з одержуваним економічним ефектом від його використання.

Перелік посилань:

1. Грабов Л.Н., Шморгун В.В., Чалаев Д.М., Карповец А.А. Рекуперация теплоты отработанного в сушилке теплоносителя с использованием теплообменника на тепловых трубах. Труды II Международной научно-практической конференции «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы)». – Москва, 2005, Т. 2, С. 78-80.
2. Шморгун В.В., Чалаев Д.М., Гершуни А.Н. Пути уменьшения энергозатратных показателей технологий распылительной сушки // Промышленная теплотехника – 2007. – Т. 29, №7. – С. 190 – 193.

УДК 664.682.003.12:664.641.15

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЗАМІННИКА НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА ДЛЯ ВІДКОРМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН НА ОСНОВІ ЕКСТРУДЕРА

д.т.н. Шурчкова Ю.О., к.т.н. Ганзенко В.В, м.н.с. Радченко Н.Л.
Інститут технічної теплофізики НАН України

В Україні в умовах різкого скорочення виробництва молока та яловичини постала проблема нарощування поголів`я великої рогатої худоби. Для вирішення даної проблеми необхідно забезпечити якісну і повноцінну кормову базу [1]. В ІТТФ розроблено технологію отримання нового продукту – пастоподібного замінника незбираного молока (ЗНМ) з тривалим терміном зберігання. Основним компонентом ЗНМ є соєві боби та молочні продукти.

Розроблена технологія передбачає: зволоження бобів сої з їх наступною екструзійною обробкою, змішування з підготовленими рідкими компонентами та стерилізацію отриманої пастоподібної суміші.

Дана технологія дозволяє знизити витрати енергії на 30% за рахунок використання екструдера, який суміщає одночасну термічну обробку, подрібнення та гомогенізацію зерна, а використання акумульованої теплоти струменю розплаву на виході з філь’єри екструдера, дає можливість виключити стадію додаткового догрівання продукту для його стерилізації.

На базі такої технології, розроблено рецептуру ЗНМ, яка включає: соєвий екструдат, концентровану молочну сироватку, фосфатидний концентрат, жир тваринний, сухе знежирене молоко, вітамінно-мінеральний комплекс.

Даний продукт пройшов перевірку у випробувальному центрі державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи за фізико-хімічним складом, мікробіологічними та радіологічними показниками, а також за вмістом токсичних елементів. При випробування у господарствах, показав приріст маси у молодняку сільськогосподарських тварин 0,546-0,7кг/ добу.

Література

1. А.Н. Остриков. О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин Экструзия в пищевых технологиях – Санкт-Петербург, Гиорд, 2004.-280с.

УДК 536.423+532.528

ВПЛИВ МЕХАНІЗМІВ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

д.т.н. Шурчкова Ю.О., м.н.с. Сланік А.В.
Інститут технічної теплофізики НАН України

В Інституті технічної теплофізики НАН України під керівництвом академіка Долінського А.А. розроблено теоретичні і прикладні основи нового напрямку в теплотехнології, спрямованого на інтенсифікацію тепломасопереносу в багатофазних нерівноважних системах. Суть методу полягає в створенні умов, що забезпечують при локальному введенні енергії в технологічну систему, її дискретний розподіл у просторі та імпульсну дію в часі.

В межах наукового напряму дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) розроблено обладнання, що реалізує його основні механізми:

- ефекти пов’язані з прискоренням руху неперервної фази;
- дія напружень зсуву;
- кавітаційні механізми;
- механізм вибухового закипання;
- колективні ефекти в ансамблі бульбашок;
- збурювання міжфазної поверхні в газорідинних бульбашкових середовищах.

При проведенні комплексних досліджень впливу вказаних механізмів на властивості води встановлено:

- підвищення водневого показника до 16 % і його стійкість протягом 24 місяців;
- зміна фізико-хімічних параметрів, зокрема, зниження загальної твердості на 35,2 %, загальної лужності на 27,4 %, кількості сухого залишку на 12,4 %, електропровідності на 14,5 %, питомої теплоти випаровування на 3,5%;
- зміна мікроструктури і підвищення дисперсності мінерально-сольового комплексу домішок води, що позитивно впливає на органоліптичні характеристики;
- відбувається краще пригнічення мікрофлори порівнюючи з процесом термообробки.

В результаті експериментальних досліджень, встановлено, що використання механізмів ДІВЕ дозволяє направлено регулювати властивості води. Отримана вода відповідає діючим державним нормативам до питних вод, має покращені органоліптичні характеристики, що є перспективним для використання в харчовій промисловості.

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ КОНДЕНСАТОУТВОРЕННЮ У ГАЗОВІДВІДНИХ ТРАКТАХ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Шевчук С.І.
Інститут технічної теплофізики НАН України

Суть пропонованих технологій полягає в подовженні ресурсу експлуатації відвідних газоходів та димових труб котельних установок при застосуванні різних методів захисту цих трактів від руйнування внаслідок конденсатоутворення.

В умовах існуючих котелень ефективними є застосування наступних теплових методів:

- байпасування газів при застосуванні технологій глибокої утилізації теплоти газоспоживаючих котельних установок;
- при наявності в котельнях повітропідігрівачів - “повітряного” методу зниження вологості газів (за рахунок підмішування сухого та нагрітого повітря);
- методу підсушування газів із застосуванням газопідігрівачів.

Доцільність застосування того чи іншого заходу та відповідного устаткування визначається в кожному конкретному випадку з врахуванням індивідуальних особливостей котельного обладнання та потреб споживачів утилізованої теплоти.

При проектуванні та спорудженні нових котелень при розробці технологічних заходів враховуються режими роботи котлоагрегатів при знижених температурах відхідних газів.

При проектуванні металевих труб із нелегованих сталей застосовуються такі теплові методи як теплоізоляція газоходів та димової труби та зазначені вище методи байпасування та підсушування димових газів, а також антикорозійне покриття внутрішньої поверхні газовідвідного тракту, спорудження вставок із корозійно-стійких сплавів, скла або пластмаси тощо. При цьому передбачається відведення в каналізацію утвореного на внутрішній поверхні газоходів конденсату. Можливе комбіноване вживання заходів.

У випадку проектування цегляних димарів найбільш ефективними та рекомендованими заходами збільшення їхньої довговічності є зазначені теплові методи запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах.

УДК 678-1

ПРОЦЕС ПЕРЕРОБКИ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ РЕАКТОПЛАСТІВ

к.т.н., доц. Ракицький В.Л., магістрант Бірюков К.Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Необхідність постійно утилізовувати промислові відходи, в особливості – амортизовані автомобільні шини, все частіше зачіпає сьогодення. В розвинених країнах, таких як США, Канада, ЄС, Японія, та в країнах, що стрімко розвиваються – Китай, Індія та Бразилія – частково змогли організувати цей процес та зробити його прибутковим. По різним джерелам, у Європі переробляється від 60% до 80% відпрацьованих шин. Україна не досягає і 10%.

Щорічно в Україні виробляється близько 7,5 млн. шт. шин (2005 р). Імпорт сягає близько 3 млн. шт. Внутрішня потреба складає близько 4 млн. шин на рік. Щорічно на звалищах країни кількість шин збільшується на 200 тис. тон.

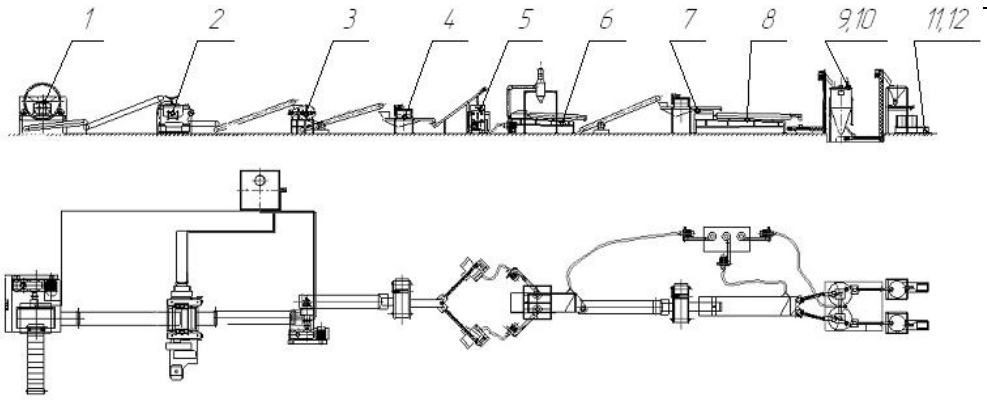
У 2003 році Рада Європи прийняла директиву «Про звалища», згідно якої – спалювання зношених автомобільних шин – забороняється. При згоранні шини утворюють такі хімічні з'єднання, які потрапляючи у атмосферне повітря, стають джерелом підвищеної небезпеки для людини, це: - біфенил, антрацен, флуорентан, пірен, бензопірен. Захоронення шин – також заборонено Європейським Союзом у 2006 р. Крім того автомобільні шини неможна переробляти в гранули для виробництва нових продуктів, адже резина відноситься до реактопластів, які не можуть, на відміну від термопластів, повторно перероблюватися. Тому, в сучасній промисловості найбільш перспективними методами утилізації автомобільних шин є:

-піроліз резини;

-подрібнення резинових відходів з отриманням резинової крихти та порошку.

При дослідженнях можливих сфер використання резинової крихти та порошку – виявилася економічна привабливість даного типу переробки зношених резинових виробів. Вартість однієї тони резинової крихти фракцією 0,05-3 мм у Європі коштує до 500 євро за тону, в країнах СНД - до 300 євро.

Дробарка 1 складається з камери подрібнення і повертаючого сита. Сито виконане у вигляді барабана з отворами 40х40 мм, що обертається. Камера подрібнення встановлена всередині сита. У камері подрібнення встановлено два вала, що зустрічно обертаються, з дисковими ножами шириною 40 мм. Після дробарки утворюються «чіпси», а частинки менші ніж 40х40 мм – провалюються до транспортеру і далі на дробильні вальці 2 Дробильні вальці мають регульований зазор (від 1 до 10 мм). Після них утворюється суміш зі шматочків резини, дроту та текстилю. Далі ця суміш подається до гранулятора 3. На цій стадії фрагменти резини подрібнюються до розміру від 0,1 до 10 мм. Після гранулятора суміш



1 – дробарка; 2 – дробильні вальці; 3 – гранулятор; 4 – вібростіл магнітного відсіювача; 5 – ножовий гранулятор; 6 – вібростіл; 7 – магніт; 8 – вібростіл; 9, 10 – текстильні сепаратори; 11, 12 – автоматичні фасувальні машини.

Рис.1 Спрощена технологічна схема переробки автомобільних шин у резинову крихту заданої фракції.

подається на вібростіл магнітного відсіювача 4, де відділяється 95% металевих включень. Далі суміш з резини та корду поступає двома транспортерами до ножових грануляторів 5, які складаються з вала з ножами, та сітки, отворами Ø4 мм. З ножовихгрануляторів суміш подається пневмотранспортером на вібростіл 6. На цьому вібростолі крупні частини текстилю скочуються в грудочки та рухається по поверхні сітки до верхньої воронки, звідки забирається пневмотранспортером до бункеру для текстилю. Далі суміш резини та дрібного текстильного корду подається на додатковий вібростіл з магнітом 7, де залишки дрібного дроту відділяються від суміші. Отримана суміш, в залежності від фракції, подається на два транспортера і направляється на текстильні сепаратори 9 та 10. Принцип дії яких заснований на взаємодії доцентрових сил та сил повітряного потоку, потужність якого задається.

На виході матимемо якісну очищену резинову крихту, кількість металевих та текстильних включень в якій < 0,01% та < 0,3% відповідно.

Світові дослідження використання резинової крихти у промислових цілях тільки набирають обертів. Досі актуальними є проблеми її використання у будівництві дорожнього полотна - тобто додавання резинової крихти до асфальтобетонних сумішей. Потенційно це дасть змогу вирішити питання утилізації більшої частини резинових відходів. На сьогоднішній день, експериментальні дослідження не виявили найоптимальнішого складу таких сумішей, який би дав змогу покращити механічні властивості доріг, збільшити строк їх експлуатації та здешевити їх будівництво. Наразі йдуть дослідження різноманітних варіантів поєднання мінеральних та органічних включень до асфальтобетонних сумішей.

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення основних проблем при експериментальних дослідженнях створення композитів з використанням резинової крихти та з’ясування методів покращення їх механічних та хімічних властивостей в залежності від компонентного складу, методів змішування, температур, фракційного складу та ін.

УДК 678.027.3-036.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ГОФРОВАНИХПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

д.т.н., проф. Мікульонок І.О., аспірант Вознюк, В.Т.
магістрант Виноградов Є.Ю.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

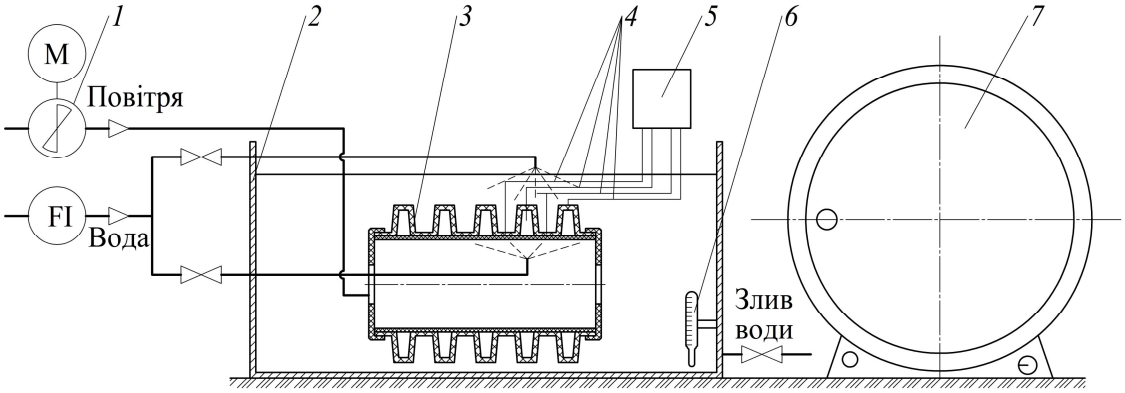
Все більшого застосування в системах безнапірних трубопроводів набувають двошарові полімерні гофровані труби, що виготовляють коекструзією. Зовнішній гофрований шар труби забезпечує високу кільцеву жорсткість труби, а внутрішній гладкий шар – гарні гідравлічні умови руху рідини. Порівняно з типовими трубами для безнапірних систем (залізобетонні, азбестоцементні, чавунні) двошарові полімерні гофровані труби мають високу надійність та ремонтопридатність, стійкість до корозії і утворення осаду на внутрішній поверхні труб. Всі ці якості сприяють зменшенню втрат транспортованого середовища, а отже застосування двошарових полімерних гофрованих труб має значний екологічний ефект [1].

Перероблення полімеру у виріб, у тому числі й екструзією, супроводжується процесами процесів його нагрівання і охолодження. Нагрівання полімеру в екструдері відбувається в основному за рахунок дисипації енергії головного урухомника, а перенесення теплової енергії – конвекцією. Сучасне екструзійне устаткування дозволяє без особливих проблем якісно підготувати для формування до двох тонн розплаву за годину [2].

Охолодження внутрішніх шарів труби відбувається тільки за рахунок теплопровідності, що через низьку теплопровідність полімеру відбувається доволі повільно. Тому саме час, необхідний для охолодження полімерної труби, визначає продуктивність трубної лінії.

Перспективним шляхом інтенсифікації охолодження є відведення теплоти з внутрішньої поверхні труби. Дослідження двостороннього охолодження гладких полімерних труб наведені у праці [3]. Однак застосувати наведені результати до двошарових полімерних гофрованих труб неможливо, що пов’язано зі складною конструкцією стінки такого виду труб.

На кафедрі МАХНВ НТУУ «КПІ» розроблено дослідну установку двостороннього охолодження гофрованих труб (рис. 1), яка дає можливість дослідити процес охолодження із застосуванням різних холодоагентів для внутрішнього і зовнішнього охолодження. Зміну температури стінки труби можна спостерігати в реальному часі на персональному комп’ютері.



1 – вентилятор; 2 – ванна; 3 – труба; 4 –термоелектричні перетворювачі; 5 – комп'ютер; 6 – термометр; 7 – піч
Рис. 1 – Принципова схема дослідної установки

У ході експерименту планується проведення зовнішнього водяного охолодження, а також внутрішнього охолодження із застосуванням повітря і повітряно-водяної суміші.

За результатами експерименту очікується:

- проаналізувати ефективність застосування різних холодоагентів та доцільність двостороннього охолодження двошарової полімерної гофрованої труби в цілому;
- отримати температурні поля в стінці труби, що сприятимуть оцінці впливу різних способів охолодження на якість і властивості гофрованої полімерної труби;
- отримані результати дозволять перевірити адекватність розробленої математичної моделі.

Перелік посилань:

1. Сезонов М. В. Полимерные канализационные трубы – предложение есть. Что же выбрать? / М . В. Сезонов // Полимерные трубы. — 2009. — № 1. — С. 46 — 51.
2. Охлаждение полимерных труб в процессе их производства методом экструзии / В. Т. Бисеров, И. В. Гвоздев, М. И. Гориловский, В. А. Швабауэр //
3. Полимерные трубы. — 2008. — № 1. — С. 18 — 20.
4. Вознюк В. Т., Екструзія полімерних труб. Процес двостороннього охолодження трубної заготовки / Вознюк В. Т., Мікульонок І. О., Алфьоров О. А. // Хім. промисловість України. — 2009. — № 1. — С. 33 — 36.

УДК 678.027.3

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВИРОБІВ ЗІ СПІНЕНИХ ПОЛІМЕРІВ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., студент Гоженко Л.П.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Спінені полімери широко застосовують у якості будівельних матеріалів, пакувальних, конструкційних, оздоблювальних, тощо. Одним з перспективних методів виготовлення спінених полімерів різного призначення є екструзія пінопластів при якій реалізується технологія фізичного спінювання: в розплавлений полімер вводиться під тиском спінювальний агент, який, зазвичай, є низькокиплячою рідиною. Процес спінювання відбувається безпосередньо на виході з формувальної головки при різкому зниженні тиску.

Якість виробів є основним показником ліквідності виробництва та конкурентноздатності продукції. Оскільки технологічні параметри екструзії суттєво впливають на якість спінених полімерів, виникає необхідність визначення раціональних параметрів процесу з мінімальними виробничими витратами та задовільною якістю продукції. Традиційно, відпрацьовування технологічних режимів та рецептури проводиться експериментальним шляхом.

Метою даного дослідження є визначення впливу технологічних параметрів екструзії на якість спінених виробів.

Об'єктом дослідження є процес екструзійного формування спінених полімерів. Предметом дослідження є технологічні параметри екструзії та якісні характеристики готових пінополімерів.

Для оцінки якості спінених виробів існує ряд нормативної літератури та технічних умов. Деякі країни мають власні методи випробувань спінених пластмас, а Технічний Комітет ТС-61 Міжнародної організації Стандартів (ІСО) розробив міжнародні стандарти. Найбільш повна добірка методик випробувань була розроблена Американським товариством з випробування матеріалів (ASTM) [1].

З літературних джерел відомо, що на весь комплекс експлуатаційних властивостей спінених полімерів найбільший вплив має комірчаста структура виробу, склад композицій і хімічна природа полімеру. У багатьох роботах відсутні конкретні відомості про зв'язок морфологічних особливостей структури й структурних параметрів пінопластів і фізико-механічними властивостями. Тому робота з експериментального та теоретичного дослідження процесу фізичного спінювання з метою одержування виробів із заданою пористою структурою та необхідним комплексом властивостей є актуальною.

Технологічні параметри спінювання (тиск, температура) та структура і геометрія комірок взаємопов'язані [2], оскільки вони визначають сили, що діють під час процесу спінювання та стабілізації піни. Найбільший вплив на механічні властивості спінених полімерів має уявна густина.

Для дослідження структури виробів проведено дослідження з визначення пористості, середнього діаметру пор, ступеня однорідності пор, уявної густини пінополімеру. Визначення геометричних параметрів структури виробу основані на оптичній мікроскопії.

Дослідження механічних властивостей виробів потребують особливої уваги, оскільки з одного боку вони визначають якість виробу, а з іншого не відповідають загальним законам руйнування (придатним для твердих тіл) у зв'язку із специфічністю будови спіненого виробу.

Для визначення механічних властивостей, таких як граничне значення міцності при стискуванні та розтягуванні і визначення ударної в'язкості проведено дослідження на зразках спіненого полістиролу із різною уявною густиною.

Оскільки спінені полімери часто застосовують у якості теплоізоляційних матеріалів, проведено дослідження теплопровідності та теплостійкості з визначенням лінійної та об'ємної усадки спінених полімерів.

Теплоізоляційні пінополімери мають переваги, порівняно із іншими теплоізоляційними матеріалами за умов дії вологи (особливо під дією градієнтів температури та вологи), тому з метою оцінки якості виробів проведені дослідження з водопоглинення для різної тривалості часу дії вологи.

Серед експлуатаційних властивостей важливими також є горючість та старіння виробів, що обумовлює термін експлуатації, проте ці властивості, як правило залежать від вибору марки полімеру і спінювального агенту та введених домішок, і практично не залежать від умов виготовлення та технологічних параметрів.

Проведені дослідження мають практичне значення оскільки дають можливість уточнювати та обґрунтувати технологічний режим виготовлення спінених полімерів різного призначення.

Перелік посилань:

1. Клемпнер Д. Полимерные пены и технологии вспенивания: Пер. с англ. Под ред. к.т.н. А.М. Чеботаря. – СПб.: Профессия. – 2009. – 600 с.
2. Берлин А.А., Шутов Ф.А. Химия и технология газонаполненных высокополимеров – М.: Наука, 1980. – 504 с.

УДК 664.8.047

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННІ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В КОЛОЇДНИХ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ ТІЛАХ В ПРОЦЕСІ ЗНЕВОДНЕННЯ

д.т.н., проф. Снєжкін Ю.Ф., к.т.н., доц Зубрій О.Г., к.т.н. Петрова Ж.О.
магістрант Городніченко Є.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Технологія сушки є одним з важливих розділів науки в теорії сушки. Головне завдання технології сушки як наукової дисципліни полягає в розробці методів управління процесами, які протікають в самому матеріалі – об'єкті сушіння, з метою отримання продукту високої якості з регламентованими фізико-хімічними, структурно-механічними і органолептичними показниками. Аналітичний розрахунок процесу сушіння колоїдних капілярно-пористих тіл досить складний, адже ми маємо в одному тілі дві зовсім різні структури, в яких різна механіка утримання вологи. Також процес ускладнюється відсутністю ряду індивідуальних величин для даного продукту. Отже процес як правило досліджується експериментально.

В якості об'єкту дослідження використано морквяно-горохову суміш в пропорції 2:1. Суміш вибрана не випадково, адже відомо, що морква дуже багата на каротиноїди, які важливі для нашого організму, особливо в часи напруженої екологічної ситуації. Горох використовується як елемент багатий на білки і як закріплюючий. Технологія приготування суміші досить проста: натираємо моркву на тертку, а горох проварюємо протягом двадцяти хвилин. Потім компоненти змішуємо, відбувається процес бланшування, а задля рівномірності розподілу компонентів пропускаємо її через черв'ячний гомогенізатор.

Зразки дослідного матеріалу звантажується в контейнер 45×25×15 мм і закладаються до сушильної камери. Процес сушіння проводили при таких значеннях параметрів : температура теплоносія T – 60,80,100^{0}C; товщина шару матеріалу h – 5,10,15 мм; швидкості сушильного агента V – 1,5;2,5;3.Також буде проведено дослідження відносно впливу поверхні на процес тепломасообміну при зневодненні колоїдних капілярно-пористих тіл. З інтервалом в 9 секунд фіксувалася маса та температура на поверхні та всередині зразка, це дає змогу розглянути детальніше процес тепло масообміну в шарах матеріалу і зробити висновки щодо руху фронту температур в самому матеріалі, що дасть змогу запобігти перегріву матеріалу.

За результатами дослідів отримали графічні залежності зміни маси (рис.1)від часу, швидкості сушіння від вологовмісту (рис.2).

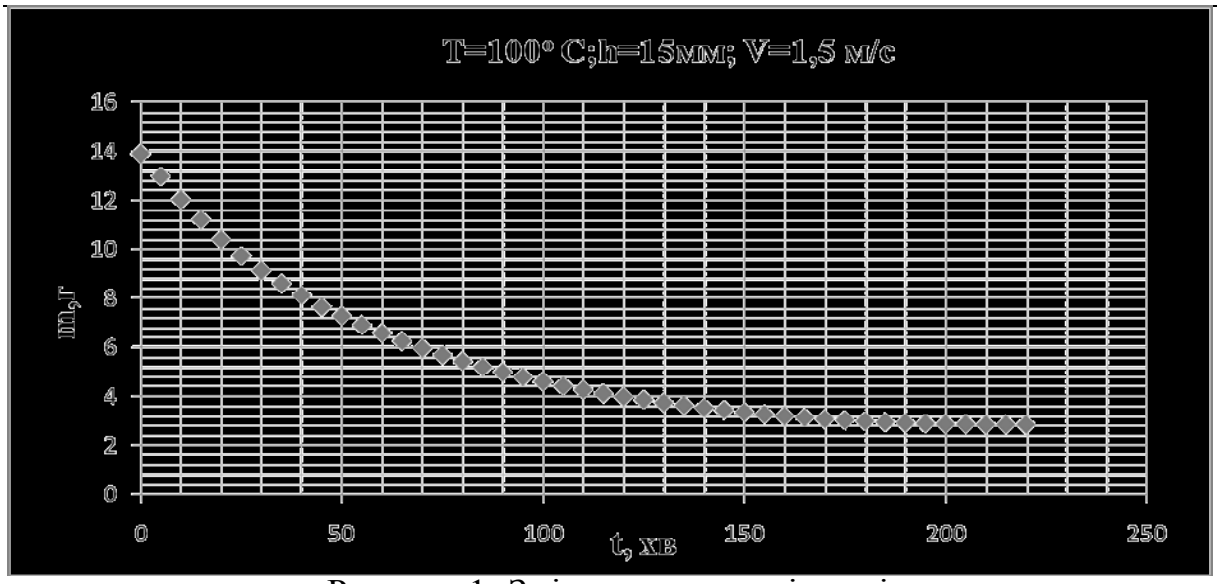


Рисунок 1- Зміни маси матеріалу від часу

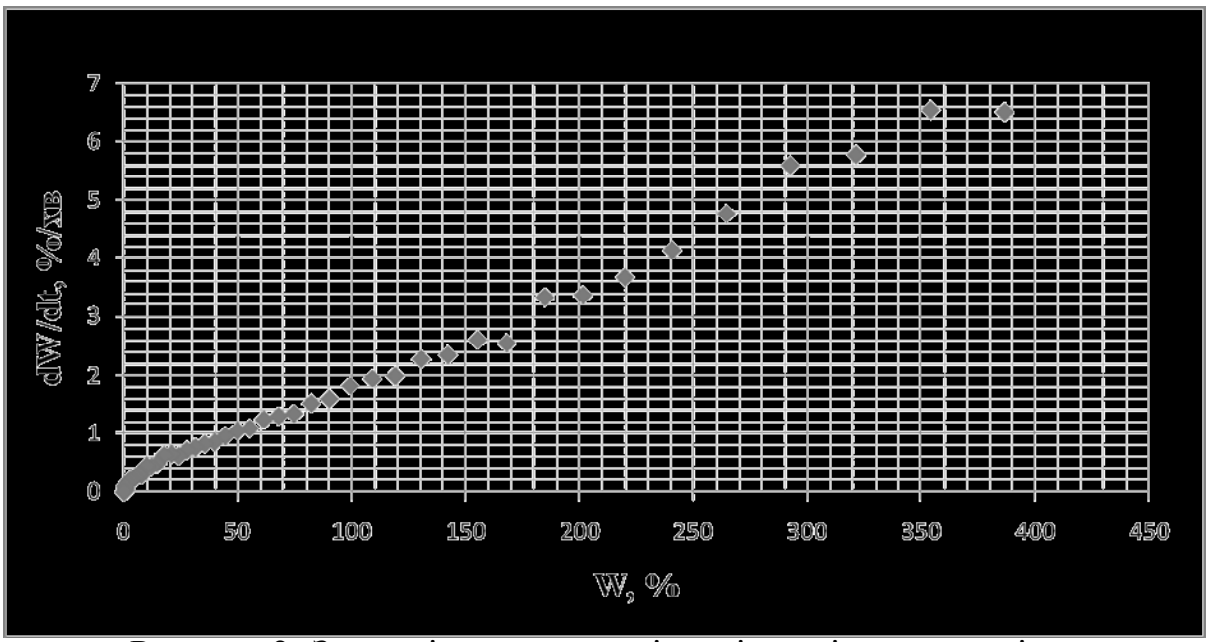


Рисунок 2- Залежність швидкості сушіння від вологовмісту

Перелік посилань:

1.Снежкин Ю.Ф., Боряк Л.А., Хавин А.А. « Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых продуктов», Киев, «Наукова Думка», 2004
2.Снєжкін Ю.Ф., Петрова Ж.О. «Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків» Київ, «Академперіодика», 2007
3.Гинзбург А.С. «Технология сушки пищевых продуктов» Москва, «Пищевая промышленность», 1976

УДК 614.84

ФІЗИЧНА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СПУЧУВАННЯ

к.т.н. Собченко В.В., к.т.н. Ільєнко Б.К.
Інститут газу НАН України.
магістрант Гріффен Ю.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Основною необхідною умовою протікання процесу спучування і утворення пористих сферичних гранул з безформних частинок є створення в'язкої поверхневої плівки, яка забезпечує надлишковий тиск парів води всередині частинки при її нагріві [1].

Основний вплив на процес спучування робить не загальний вміст у вихідному матеріалі газо- і пароутворювача, а їх газовиділення у визначеному температурному інтервалі. Початком цього інтервалу є температура T_{KP}, при якій матеріал переходить у піропластичний стан. При цьому різко скорочується пористість оболонки частинки і вона стає газонепроникною. Кінцем інтервалу спучування є температура втрати пластичності оболонки, або ж робоча температура процесу спучування.

Відповідно до цих уявлень температура процесу спучування повинна бути трохи вище T_{KP}, тому що після її досягнення починає істотно зростати внутрішній тиск у частинці. Величина T_{KP} для сиоліту (гідросилікату натрію) дорівнює 100...110°С .

Надлишковий тиск, який виникає всередині частинки при спучуванні (рисунок 1):

$$P' = \frac{24\sigma\sigma}{rD}$$

Де P - надлишковий тиск газів усередині частинки, Па;

σ - сила поверхневого натягу розплаву матеріалу, Н/м;

D - поточний діаметр частинки, що спучується, м.

Тиск газів всередині частинки пов'язаний з температуро рівнянням Клапейрона:

$$PV = GRT^{г}$$

Де V – сумарний об'єм пор у частинці перед початком спучування, м^3;

$G^{г}$ - маса газів, що знаходяться у порах, кг;

R - універсальна газова стала, Дж/(моль·К);

T - робоча температура процесу,˚С.

Рівняння матеріального балансу процесу спучування:

$$GGGGG_{волматпавгспучматвідпрацпа} ++=+$$

Де $G_{волмат}$ - кількість вологого матеріалу, що підводиться, кг/год;

$G_{па}$ - кількість псевдозріджуючого агенту, що підводиться, кг/год;

$G_{вг}$ - кількість відхідних газів, що підводиться, кг/год;

$G_{спучмат}$ - кількість спученого матеріалу, що відводиться (готовий продукт), кг/год;

$G_{відпрацпа}$ - кількість відпрацьованого псевдозріджуючого агенту, що виводиться з апарату, кг/год.

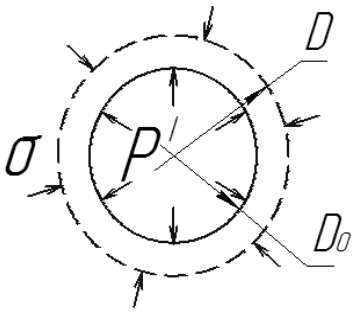


Рисунок 1 - Фізична модель процесу спучування

Запишемо математичну модель, виводячи її з рівняння матеріального балансу:

$$G_{волмат} + G_{па} + G_{вг} = G_{спучмат} + G_{відпрацпа} + \frac{dG_{na}}{dt} \quad (1)$$

де G_{na} - кількість псевдозріджуючого агенту, що підводиться, кг/год.

При протіканні процесу спучування важливим критерієм оптимальності є кількість псевдозріджуючого агенту, що підводиться у апарат. Критерій залежить від температури та тиску в частинці, оскільки при зміні витрати псевдозріджуючого агенту змінюється температура і тиск, тому контроль та оптимізація цього параметру є важливим показником стабільної роботи всього апарату.

Перелік посилань:

1. Собченко В.В., Хвастухин Ю.И. Механизм поризации гидросиликатных материалов // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2005. - №1. - с.72 - 75
2. Костогрыз К.П., Хвастухин Ю.И., Алексеева Л.В. Термоподготовка сырья в псевдоожиженном слое – средство регулирования качества перлитового песка // Строительные материалы и изделия. – 2005, №6, С. 17 – 21.

УДК 678.023

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИН

к.т.н., доц. Швед М.П., аспірант., Швед Д.М.,
магістрант Домінова Г.В.
Національний Технічний Університет
«Київський політехнічний інститут»

З кожним днем використання шестеренних насосів в лініях для екструзії полімерів стає дедалі популярнішим. Це пов'язано не тільки з тим, що шестеренні насоси дають можливість отримувати кінцевий продукти вищої якості, але й з тим, що вони використовуються як загальновизнаний інструмент для покращення ефективності та зручності в використанні всієї екструзійної лінії. Працюючи з екструдером як єдина система шестеренні насоси поєднали в собі такі ключові характеристики, без яких сьогодні неможливо було б відповідати постійно зростаючим вимогам до якості продукції та економічності. Шестеренні насоси можна використовувати не лише в нових екструзійних лініях, але й при модифікуванні вже існуючих. Але в обох випадках присутня єдина мета – вивести етап виробництва на якісно новий рівень, досягти більшої точності та якості при виготовленні продукції й збільшити керованість процесу. Шестеренні насоси, як дозатори, використовуються при виготовленні моноволокон, багатошарових матеріалів, орієнтованої плівки, труб, листів, композиційних матеріалів, профільно-погонажних виробів, резини і таке інше[1].

Основною проблемою існуючих екструзійних ліній є використання черв'ячного екструдера як дозуючого та нагнітаючого насосу, що призводить до значної перевитрати сировини та енергії. Дослідження енергетичних параметрів шестеренного насосу по суті зводиться до визначення необхідної потужності.

Потужність приводу шестеренного насосу витрачається на подолання сил тертя та на створення тиску. В нашому випадку сили тертя в зазорах та по поверхні контакту досягають значних величин, тому при визначенні потужності необхідно враховувати вплив цих сил. Загальна формула потужності може бути записана у наступному вигляді:

$$N_{загР} = N_{тр} + N_{x.x} \qquad (1)$$

де $N_{\Delta P}$ – потужність, що витрачається на створення тиску

$N_{x.x}$ - потужність, що витрачається на подолання сил тертя в незаповненому насосі;

$N_{тр}$ – потужність, що витрачається на подолання сил тертя в зазорах;

Величина $N_{\Delta P}$ може бути визначена за відомою залежністю:

$$N_{\Delta P} = P_{тр} \cdot Q_{тр} \qquad (2)$$

А значення потужності, що витрачається на подолання сил тертя в чотирьох групах зазорів можна знайти використовуючи рівняння руху рідини.

Для сталої ізотропної течії нестисливої рідини рівняння руху в напрямі осі x можна записати в наступному вигляді[2]:

$$\rho\left[\frac{\partial v_x}{\partial t}+\frac{\partial v_x}{\partial x}\right] = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \qquad (3)$$

Члени лівої частини рівняння (1.3) представляють собою прискорення, якими у випадку повільної течії високов'язких розплавів полімерів можна знехтувати.

Для аналізу використаної потужності в насосі необхідно розглянути компоненти вектора швидкості υ_z та υ_y. Якщо припустити, що потік встановлений, в'язкість постійна, а членами, які виражають прискорення – знехтувати, то компоненти по осям z та y в рівняннях руху приймають вигляд:

$$\frac{1}{\eta}\cdot\left(\frac{\partial P}{\partial y}\right)=\frac{\partial^2\upsilon_y}{\partial z^2} \qquad (4)$$

$$\frac{1}{\eta}\cdot\left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)=\frac{\partial^2\upsilon_z}{\partial y^2} \qquad (5)$$

В нашому випадку ширина каналу в кілька разів перевищує глибину, а тому, можна припустити, що:

$$\frac{\partial^2\upsilon_y}{\partial z^2} \qquad (6)$$

Рішення рівнянь (4,5) що задовольняє граничні умови:

$$\upsilon_{y(0)}=0;\ \upsilon_{y(H)}=-\quad \text{та}\quad \upsilon_{z(0)}=0;\ \upsilon_{z(в)}=-V \qquad (7)$$

з врахуванням втрат потужності на створення тиску та втратами тиску по всіх групах зазорів може бути представлено наступним загальним рівнянням:

$$N_{заг}=\Delta P\cdot Q_{ф}+N_{х.х.}+\frac{в\,V\,4\,\eta\,L\,z_{кх}^2\,V\,в\,e}{H}+\frac{\quad}{в\,h} \qquad (8)$$

де ΔP – перепад тиску, Па;
$Q_ф$ – фактична продуктивність насосу, кг/с;
$N_{х.х.}$ – потужність холостого ходу, Вт;
$z_к$ – число зубів шестерні, що знаходяться в контакті з корпусом, шт;
в – ширина зуба, м;
η – кінематична в'язкість розплаву, яка залежить від швидкості зсуву в м^2/с;
L – довжина дуги контакту шестерні з корпусом, м;
H – висота зуба, м;
h – величина зазору, м;
e – ширина гребеня зуба шестерні, м.

Попередні експериментальні дослідження по визначенню потужності шестеренного насосу, яка залежить від обертів та продуктивності, підтвердили адекватність даної математичної моделі, і в подальшому будуть спрямовані на модернізацію окремих вузлів каскадного дисково-шестеренного екструдера в складі лінії для виробництва рукавної плівки[3].

Перелік посилань:

1. Экструзия полимеров/Раувендааль К./Пер. с англ. Под ред. А.Я.Малкина – СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.
2. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Радченко Л.Б. — К. : ІЗМН, 1999. — 220 с.
3. Мурдід Н.В., Швед М.П., Мікульонок І.О., Швед Д.М., "Каскадно-шестеренний дисковий екструдер для переробки полімерних матеріалів". "Наукові вісті КПІ №2009/2" – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 74-77.

УДК 678.023+678.053

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ У РОТОРНОМУ ЗМІШУВАЧІ ЗАКРИТОГО ТИПУ

д.т.н., проф. Мікульонок І.О., аспірант Вознюк В.Т.,
магістрант Кваша М.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Для приготування полімерних композицій найбільшого поширення набув спосіб циклічного змішування, який зазвичай реалізують у роторних змішувачах закритого типу (РЗЗТ) і який характеризується тим, що компоненти суміші перемішують доти, поки не буде досягнуто певний ступінь однорідності.

Ротори обертаються з різними частотами назустріч один одному у просторі, обмеженому стінками робочої камери, верхнім і нижнім затворами. Робочий об’єм камери змішувача умовно можна поділити на чотири характерні зони: серпоподібну область ефективного змішування, утворювану стінкою однієї з півкамер і передньою поверхнею відповідного ротора, область між роторами, в якій здійснюється перерозподіл оброблюваної композиції між півкамерами, а також затилкова область, в яку потрапляє матеріал після проходження нею області мінімального проміжку між стінкою півкамери та гребенем ротора.

Зазвичай для визначення енергосилових параметрів процес змішування розглядають як двомірний і не враховують рух суміші в осьовому напрямку, що обумовлений гвинтовою конструкцією лопатей ротора [1].

Авторами запропоновано методику, що дає можливість більш точно визначати енергосилові параметри роботи РЗЗТ, за рахунок врахування деформації суміші в осьовому напрямку змішувальної камери.

У праці [2] адекватність методики, що враховує рух тільки у коловому напрямку, оцінено за впливом швидкості обертання роторів на час приготування суміші.

Данні моделювання енергосилових параметрів РЗЗТ за пропонованою методикою дають можливість стверджувати про її більшу точність описання процесу змішування (рис. 1).

Верхня крива є апроксимацією промислових значень, а нижні – побудовані на основі результатів розрахунків. Розрахований час за методикою наведеною у праці [1] у середньому на 60 с менше за практичні значення, за запропонованою методикою – у середньому на 40 с. Це надає підстави говорити про адекватність розробленої методики практичним результатам і про більш якісне описання процесу змішування. Певну

розбіжність з промисловими значеннями можна пояснити тим, що модель не враховує можливість утворення застійних зон оброблюваного матеріалу, не має можливості точного визначення процесу подрібнення агломератів. Також на практиці завжди дещо збільшують час обробки (≈5…10 % від встановленого експериментально часу) для забезпечення гарантованої якості готової композиції, що призводить до збільшення питомої роботи змішування.

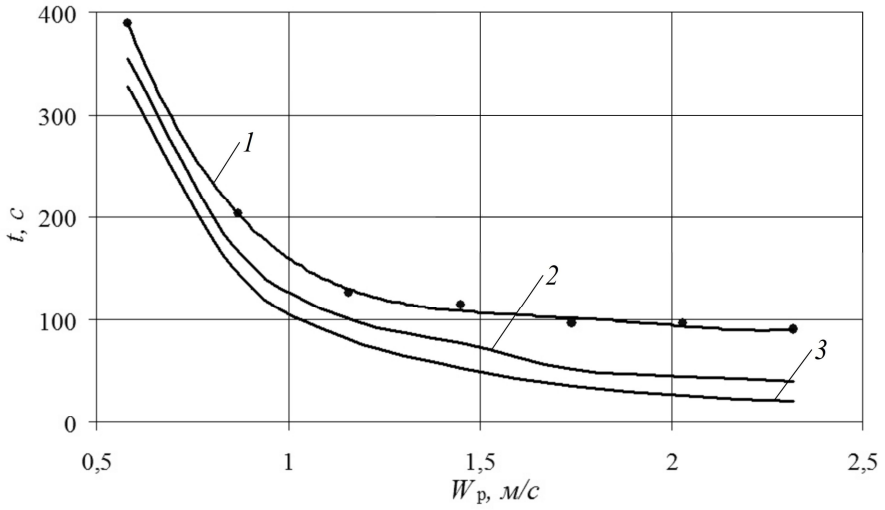


Рис. 1 – Час приготування суміші у РЗЗТ: *1* – промислові значення; *2* – за результатами моделювання з врахуванням деформування суміші в осьовому напрямку; *3* – за результатами моделювання без врахуванням деформування суміші в осьовому напрямку

Подальші теоретичні дослідження енергосилових параметрів РЗЗТ за запропонованою методикою дозволить визначити енергоефективні режими роботи.

Перелік посилань:

1.1. Вознюк В. Т. Енергосилові параметри процесу приготування псевдопластичних композицій у змішувачі з овальними роторами / В. Т. Вознюк, І. О. Мікульонок // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — Одеса: ОНАХТ, 2007. — С. 6—12.
2.2. Вознюк В. Т. Визначення часу приготування полімерних композицій у роторному змішувачі закритого типу / В. Т. Вознюк, І. О. Мікульонок // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2008. — № 2(2). — С. 27—31.

УДК 678.023

ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРА ГУМОЗМІШУВАЧА

д.т.н., проф. Мікульонок І. О., магістрант Кваша М. В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Якість і час переробки пластичних мас і гумових сумішей у роторному змішувачі залежить від інтенсивності змішування. Основними шляхами підвищення інтенсивності процесу змішування є: підвищення швидкості обертання роторів, змінення порядку завантаження інгредієнтів і підвищення тиску в змішувальній камері. Найбільша ефективність процесу і підвищення якості сумішей отримуються за одночасного використання цих факторів. Інтенсифікація процесу приготування сумішей потребує модернізації чи виготовлення нового технологічного обладнання, механізації і автоматизації подачі і завантаження інгредієнтів у змішувач.

Основний орган, що виконує змішування в роторному змішувачі закритого типу, є ротори. Від конструкції роторів залежить час перебування суміші в змішувальній камері і якість отримуваної композиції. Ступінь і характер впливу роторів на суміш залежить від кількості і геометрії лопатей.

Однією з найбільш поширених конструкцій лопатей роторів тривалий час є конструкція з овальним перерізом (рис. 1а), виконана по гвинтовій лінії з двох частин, при чому таких, що не є продовженням одна іншої. Така конструкція дозволяє перемішувати матеріал не тільки в радіальному, а також і в осьовому напрямі роторів.

Лопаті тригранного (шевронного) ротора (рис. 1б) розташовані по колу з кутом 120°. Подібне симетричне розташування лопатей сповільнює осьове переміщення суміші і тому дещо знижує ефективність змішування.

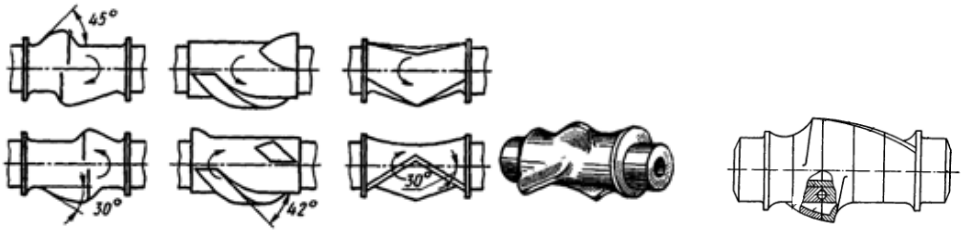
Лопаті циліндричного перерізу (рис. 1в) виконані у вигляді правильних виступів, що розташовані по гвинтовій лінії на циліндричній ділянці осердя. Такі ротори обертаються з однаковою швидкістю, причому виступи одного ротора входять в западини іншого із зазорами близько 3 мм. Кут підйому гвинтової лінії виступів складає близько 40…42°, що створює умови для перемішування суміші вздовж осі ротора в обидва боки від центру. Ефективність змішування циліндричними роторами приблизно однакова з овальними.

Чотирьохлопатеві ротори складної конфігурації виготовляються сталепрокатним методом (рис. 1г), унаслідок чого більш довговічніші в роботі. Лопаті виготовляються окремо і насаджуються на валки в гарячому вигляді. У змішувачів великих розмірів на поверхні лопатей наплавляється

шар твердого сплаву – сталініту твердістю 66…68 HRC. Іноді наплавлення твердого шару здійснюється на всю робочу поверхню роторів.

Ротори із взаємозачепленням забезпечені клиноподібними лопатями, окресленими у вигляді окремих відрізків гвинтової лінії. Ротори мають велику поверхню дотику і обертаються з однаковою швидкістю назустріч один одному. Циліндрична поверхня роторів має різний діаметр. Унаслідок різниці колових швидкостей на поверхні западин і виступів між роторами виникає фрикція, що створює необхідний ефект змішування.

Особливістю конструкції ротора, що має змінний профіль, є наявність змонтованих на осерді, яке обертається, рухомих і нерухомих секцій (рис. 1д). Осердя виконане порожнім і з'єднано із засобами для подачі тиску в гідроциліндри, що встановлені всередині осердя. Таким чином, у міру переходу полімерного матеріалу у в'язкоплинний стан, форма роторів змінюється і відповідає найбільш ефективному веденню процесу залежно від агрегатного стану композиції.



а б в г д

Рис. 1 – Типові конструкції роторів: а – з овальним перерізом; б – тригранні; в – циліндричні; г – чотиригранні; д- зі змінним профілем.

Найбільш поширеними в промисловості стали ротори з овальним перерізом завдяки їхньому ефективному змішуванню пластичних мас і гумових сумішей.

Перелік посилань:

1. Лукач Ю. Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей / Рябинин Д. Д., Лукач Ю. Е. — М.: Машиностроение, 1972. — 272 с.
2. Торнер Р. В. Смешение полимеров/ Богданов В. В., Торнер Р. В., Красовский В. Н., Регер Э. О. — Л.: Химия, 1979. — 192 с., ил.
3. Приклонская Н. В. Скоростные методы приготовления резиновых смесей / Приклонская Н. В., Скачков А. С. — М., Госхимиздат. 1963. — 420 с.
4. Pat. № 6494607 (US) Int. Cl^7 B29B 7/18 Four Wing, non-intermeshing rotors for synchronous drive to provide improved dispersive and distributive mixing in internal batch mixer / Lefteris Valsamis (US) ; Frank Borzenski (US) — № 09/849,058 ; filed 05.04.2001 ; data of publication 12.17.2002.

UDK 678.027.3-036.5

SPECIALIZED TEST UNIT FOR INVESTIGATION OF THE CRITICAL HEAT FLUX WITH NANOFLUIDS BOILING

B.K.Ilienko, D.V.Komysh
National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»

The research samples of present work are water dispersions with nanoparticles of such substances as Sulfur (S), Carbon Black DG-100 and natural Ukrainian aluminosilicates (montmorillonite and attapulgite). A content of solid particles in all researched fluids is far less of percolation point, on which starts sharp growth of viscosity [3]. All suspensions have a relatively wide particle size distribution, except sulfur and Al-Si-2dis (Table 1). Negatively charged sol of sulfur is made by condensation method by exchanging of solvent [4]. Nanodispersion of amorphous carbon is produced by liquid phase grinding of technical carbon (DG-100) in ball mill with usage of anionic surfactants as stabilizer. Nanofluids based on aluminosilicates are produced by dispersing of Na^{+}-form of montmorillonite (Al-Si-1) and Ca^{2+}/Mg^{2+}-form of attapulghite in 0.05% solution of inorganic dispersant (Al-Si-2dis). In last case needle-shaped particles are less aggregated caused by electrostatic stabilization of dispersion (ζ-potential ≈ -50 mV). Other way dispersions Al-Si-1 and Al-Si-2aq clay particles were much more aggregated. Existence of secondary aggregates in those dispersions approved by particle size analysis on spectrometer Zetasizer-3 (Malvern Instruments, UK) (Table 1).

Table 1. Thermal Conductivity Enhancement of various nanofluids.

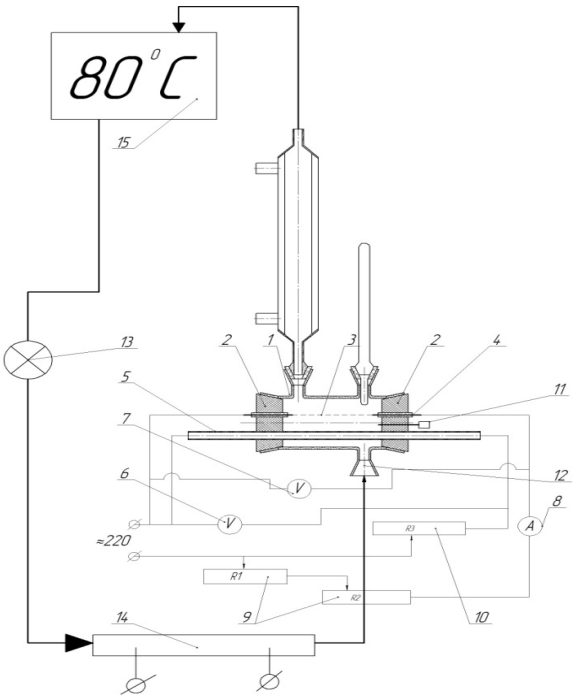
Fluid	Average particle size (nm)	Concentrationof particles (vol %)	Critical Heat Flux $\times 10^{-6}$ (Watts/m^2)
Distill water	-	-	1.22
Extremely clean water	-	-	1,7
Sulfur (S) - water (15°C)	20-40	0.05	1.8
Carbon black DG-100 - water + stabilizer (15°C)	40-200	0.3	2.4
(Al-Si-1)- water (15°C)	200-700	0.4	(*)
(Al-Si-2 aq) - water (15°C)	150-450	1,5	1,8
(Al-Si-2 dis) - water (+dispersant) (15°C)	50-100	1.5	3.1

*Experiment stopped of large foam boiling.

Depending on composition and weight % of solid particles increasing of critical heat flux can fluctuate from 15% to 300%. Thus it is necessary to determine the content of additives in the fluid, after which its increasing is not efficient in terms of growth of heat flux [5]. Our approach bases on creating of a critical heat flux on small surfaces with using devices which allow us to get all

necessary parameters of this process. In such way we don't need high voltage and current on the heater.

Scientists of Gas Institute have elaborated the new method for determination of this parameter. Also specialized test unit for investigation of critical heat flux have been designed. The unit is presented on fig.1. Our method is based on a fluid boiling on a surface of the main heater. Main heater is made from the nichrome wires with 0.2-0.45 mm diameter and 50 - 80 mm length. The special feature of the experiment is heating of explored fluid for the boiling temperature. For this purpose is used the secondary heater (power 0.5 kW).



1 - experimental reservoir; *2* - stopper; *3* - main heater; *4* - main heater bus; *5* - secondary heater; *6* - voltmeter for secondary heater; *7* - voltmeter for main heater; *8* - ammeter for main heater; *9* - rheostat for main heater; *10* - rheostat for secondary heater; *11*- thermocouple; *12* - odowncomer; *13* - circulating pump; *14* - additional heater; *15* - preheating reservoir.

Figure 1. Scheme of the test unit for investigation of the critical heat flux:

References

1. H. Hong, J. Wensel, W.E. Billups and W. Roy, J. Thermophys. Heat Transfer, **21,** 234 (2007).

2 J. Buongiorno at all, http://spectrum.mit.edu/issue/2007-winter/nuclear-and-nanotech

3. V.N. Moraru, N.I. Lebovka and D.Chevchenko Colloids and Surfaces A: Physicochemical Eng. Aspects, 242, 181 (2004).

4. Colloid Science (Edited by H.R. Kruyt), v.I. Elsevier Publ. Co., Amsterdam-Houston-NY-London, 1952, 538 p.

5. Б.С.Фокин, М.Я.Беленький, В.И.Альмяшев Письма в ЖТФ., 35, 1 (2009)

УДК 661.746.5

ОСОБЛИВОСТІ КОНЦЕНТРУВАННЯ РОЗЧИНІВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ РЕЧОВИН У БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

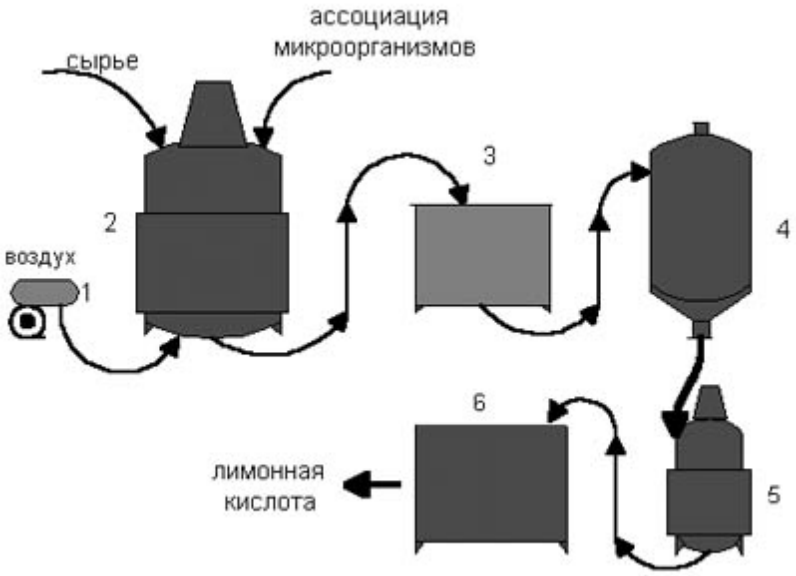
доц.,к.т.н. Ракицький В.Л., магістрант Крот Б.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Метою роботи є дослідження процесу кипіння фармацевтичних речовин в плівкових випарних апаратах. Застосування апаратів для потреб харчової, фармацевтичної промисловості, підвищення вимог до якості випускаємої продукції, зниження енергозатрат на виробництво, що робить нагальними питання оптимізації і модернізації існуючих виробництв та розробки і впровадження нових принципів та методів виробництва.

Для дослідження процесу кипіння використовуємо лимону кислоту. Вона застосовується у багатьох сферах виробництва, сільському господарстві харчовій промисловості та медицині[1, 3, 4]. Таке широке її застосування пояснюється наявністю наступних властивостей: 1) підкислення і регулювання pH; 2) бактеріостатична дія; 3) утворення комплексних з’єднань з металами; 4) пластифікація білків і емульгування.

Технологічна схема виробництва лимонної кислоти (рисунок 1) включає наступні процеси: підготовка живильного середовища і здобуття посівного матеріалу; ферментація; здобуття цитрату кальцію; розкладання цитрату кальцію; очищення розчину лимонної кислоти; випаровування розчину; кристалізація лимонної кислоти; відділення кристалів кислоти; сушка кристалів; упаковка і зберігання лимонної кислоти.

Випаровування розчину проводять у вакуум-випарних апаратах в два етапи з виділенням залишків гіпсу на проміжній стадії. На першому етапі упарюють до щільності 1260–1280 кг/м^3. Після першого упарювання в розчин (60–70 °С) додають 1–2 мас. % від маси кислоти деревного вугілля (ОУ-а або ОУ-в), перемішують 30 хв. і фільтрують. Знебарвлений розчин упарюють до масової долі кислоти 69–71 мас. % (1360 кг/м^3) і після фільтрування направляють в кристалізатор.



1 – компресор, 2 – ферментер, 3 – фільтр, 4 – випарний апарат, 5 – кристалізатор, 6 – сушильний шкаф

Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва лимонної кислоти

Відповідно до [2] лимонну кислоту виробляють наступних сортів: Екстра, вищий, I з вмістом не менше 99,5 % лимонної кислоти в перерахунку на моногідрат. Лимонна кислота є безбарвними кристалами або білим порошком без грудок, для кислоти I сорту допускається жовтуватий відтінок. Смак кислий, без стороннього присмаку. 2 % -ний розчин кислоти у воді, що дистилює, не повинен мати запаху. Вміст золи для сорту Екстра не більше 0,07, для вищого - 0,1, I - 0,35 %.

Перелік посилань:

1. Смирнов В.А. Пищевые кислоты. – М.: « Легка и пищевая промышленность», 1983 – 264с.
2. ГОСТ 908-2004 «Кислота лимонна моногідрат харчова»
3. http://www.sciteclibrary.ru
4. http://www.foodcafe.ru

УДК 678.023

ПРОДУКТИВНОСТЬ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК

к.т.н., доц., Швед М.П., аспірант Швед Д.М.,
магістрант Кузьміна В.О.
Національно технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Основним недоліком існуючих технологічних ліній для виробництва полімерних плівок і профільно-погонажних виробів є нестабільність товщини по довжині, яка може збільшуватися на 3-8% від номінального значення через недосконалість черв'ячного екструдера як дозуючого насосу, що призводить до значних перевищень витрат сировини та енергії.

Для подолання цього недоліку була створена експериментальна лінія на базі каскадного дисково-шестеренного екструдера з шестеренним насосом, який встановлюється між екструдером і формуючою головкою [1].

Розрахунок продуктивності каскадного дисково-шестеренного екструдера зводиться по суті до визначення параметрів шестеренного насосу, який в кожному конкретному випадку має вибиратися в узгодженні з параметрами дискового екструдера.

Продуктивність шестеренного насосу може бути розрахована за формулою:

$$Q_{ф} = Q_{T} - Q_{вт} - Q_{вс} \quad ,(1)$$

де: $Q_ф$ – фактична продуктивність;

Q_T – теоретична продуктивність, розрахована на основі теорії зубчатого зачеплення;

$Q_{вт}$ – втрати продуктивності в зазорах шестеренного насоса;

$Q_{вс}$ – втрати продуктивності при всмоктуванні на вході в шестеренний насос.

Для визначення теоретичної продуктивності шестеренного насосу з нормальним боковим зазором при повному використанні защемленого об'єму може бути використана формула [2]:

$$Q_T = 2R\pi - bnR\left(\right)^{22}_{e} \quad \frac{t_0^2}{12} \quad ,(2)$$

де: b – ширина шестерні;

$R_в$ – радіус кола виступів шестерні;

R – радіус основного кола;

t_0 – крок зачеплення зубів по основному колу;

n – число обертів шестерні.

Визначення втрат продуктивності в зазорах насоса, тобто складової $Q_{вт}$, потребує класифікації всіх видів зазорів шестеренного насоса [3] і може бути визначена за формулою:

$$Q_{втR} = \frac{U b h_R P_R}{12} \cdot \frac{2}{\eta \cdot L} \cdot \frac{1}{3}, \quad (3)$$

де: U – колова швидкість обертів шестерень;

b – ширина шестерні;

h_R – радіальний торцевий зазор;

η – не ньютонівська в'язкість, що залежить від швидкості зсуву та температури.

При розрахунках втрат по торцях в формулу (3) замість U підставляється середня лінійна швидкість, а замість величини радіальних зазорів, підставляється величина зазорів торців розрахованих аналогічно по формулі для радіальних зазорів. В'язкість розраховується в цьому випадку по величині швидкості зсуву в цих зонах та температурі.

Так як насос в скаладі каскадного екструдера працює при тиску на вході 5-10 МПа, то втратами на всмоктування можна знехтувати.

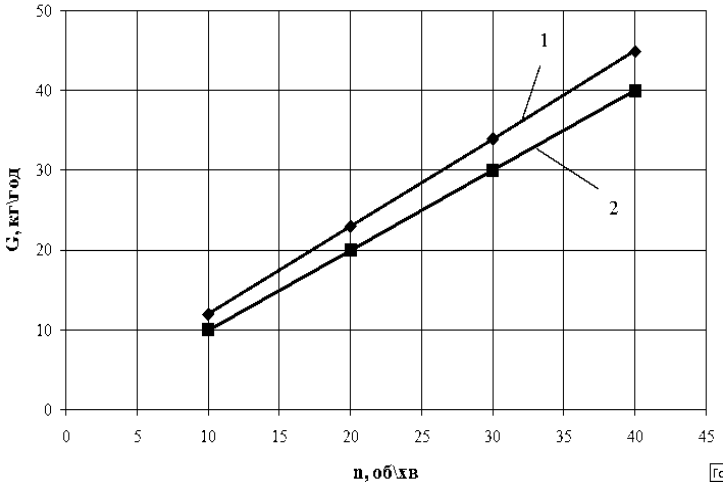
Тоді фактична продуктивність визначається за рівнянням:

$$Q_{феR} = 2R\pi \cdot n \cdot R b h \left(\frac{t_0^2 U b h P_R}{12} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\eta \cdot L} \right) \quad (4)$$

При проведенні експериментальних робіт основна увага була направлена на стабільність процесу отримання рукавної плівки, яка залежить від узгодженої роботи всіх вузлів каскадного екструдера. В процесі роботи фіксувалися стабільність продуктивності, яка в основному залежить від частоти обертів шестеренного насосу, від тиску на вході та виході з шестеренного насоса, від температури та рівномірності живлення дискового екструдера.

На рис. 1 представлена залежність продуктивності шестеренного насосу від обертів за умови: тиск на вході в шестеренний насос складав $2 \pm 0{,}1$ МПа, температура розплаву 180 ± 2 °С, тиск на виході з насосу 20 МПа в залежності від продуктивності.

Як видно зі співставлення двох кривих (1 та 2), побудованих для густини розплаву при 180ºС (ρ =790 кг/м^3), максимальна розбіжність між теоретичною і експериментальними кривими складає не більше 15 %, що підтверджує доцільність формули (4) для розрахунку продуктивності шестеренного насосу.



1 – за формулою (4), 2 – експериментальна крива (матеріал ПЕВТ марки 15803-020, Т=180 °С,).

Рис. 1 – Залежність продуктивності шестеренного насосу від обертів

Відхилення товщини плівки по довжині отриманої на базі експериментальної лінії з використанням шестеренного насоса не перевищували 2 % проти 3-8% для лінії на базі звичайного черв'ячного екструдера.

Використання насосів вирівнює пульсацію розплаву, яка виникає в звичайному екструдері через нерегулярну подачу сировини дозуючої частини черв'яка. Це дозволяє випускати продукцію з меншими допусками на геометричні розміри зі значною економією сировини, що є головною економічною підставою використовування насосів. Шестеренний насос також дозволяє знімати деяке навантаження з основного екструдера (дискового чи черв'ячного), дозволяючи йому працювати при нижчому тиску і, отже, з меншими виділеннями теплоти тертя. Це може в результаті дати заощадження енергії, або збільшення продуктивності, якщо обмежуючим чинником є висока температура, яка призводить до подовження пристроїв для охолодження, або до деструкції полімеру.

Література:

1Мурдін Н.В., Швед М.П., Мікульонок І.О., Швед Д.М., "Каскадно-шестеренний дисковий екструдер для переробки полімерних матеріалів"."Наукові вісті КПІ №2009/2" – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 74-77.

2Шестеренные насосы. Основне параметры и их рассчет / Юдин Е.М.// издательство «Машиностроение», 1964г. – 237с.

3Кузьміна В.О., Корнієнко Я.М. Швед М.П., Швед Д.М, "Дослідження продуктивності шестеренного насоса в лінії для виробництва рукавної плівки". "Наукові праці Одеської національної академіїї харчових технологій" – О.: 2010. – с. 321-327.

УДК 665.63-403/405

ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ У ВИРОБНИЦТВІ ЯКІСНОГО ПАЛИВА НА МІНІ-НПЗ: ПРОБЛЕМА ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ

к.т.н., доц. Рябцев Г. Л., магістрант Максимук Д. О.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Будівництво та використання міні-НПЗ в Україні є актуальним лише за умов належного вибору технології переробки. Для повноцінного використання виробництв цього типу слід розробити технології та обладнання, що забезпечуватимуть глибоке перероблення східноукраїнської нафти, а також чорноморського, харківського та полтавського газового конденсату.

Метою роботи є розроблення наукових основ та експериментальне дослідження процесів переносу у виробництві якісного палива на міні-НПЗ. Однією із задач дослідження є розроблення технологічної схеми міні-НПЗ, що забезпечує можливість виробництва нафтопродуктів європейської якості.

Авторами встановлено, що сучасні товарні автомобільні бензини готують змішуванням компонентів, одержаних прямою перегонкою, крекінгом, риформінгом, алкілуванням та іншими процесами переробки.

Дослідження технологій одержання товарних бензинів дозволили зробити такі висновки:

1. З метою збільшення виходу з сировини паливних фракцій слід застосувати деструктивні способи перероблення: термічний і каталітичний крекінг та риформінг.

2. Застосування термічного крекінгу нафтової сировини на міні-НПЗ є недоцільним через низьку якість палива, одержуваного цим способом (низька хімічна стабільність і невисоке октанове число – 54...70 одиниць за моторним методом).

3. Каталітичний крекінг дозволяє спрямувати процеси деструкції в напрямку утворення ізомерних, насичених, найбільш цінних для бензину вуглеводнів. В результаті каталітичного крекінгу можна одержати продукти із вмістом ізопарафінових та ароматичних вуглеводнів до 55 %, нафтенів – 20...25 %. Загальний вихід бензинових фракцій у цьому разі досягає 50%, їхнє октанове число –78...85 одиниць за моторним методом.

4. Завдяки риформінгу можна підвищити детонаційну стійкість товарних бензинів на декілька десятків октанових одиниць. Головна фракція бензину риформінгу зовсім не містить ароматичних вуглеводнів, проте у хвостових фракціях їх понад 90 %. Тому як компонент автомобільних бензинів слід використовувати не бензин риформінгу в цілому, а його фракції.

5. У товарних бензинах є небажаною присутність великої кількості:

– нестійких ненасичених вуглеводнів, оскільки палива, до складу яких входять такі вуглеводні, можуть змінювати свої властивості при зберіганні та транспортуванні;

– вуглеводнів ізомерної та циклічної структури ароматичного ряду, які можуть за умов високих температур і тисків вступати в реакції з киснем, утворюючи нестійкі з'єднання (пероксиди вуглеводнів); у разі використання такого палива порушується нормальне згоряння робочої суміші в циліндрах.

6. Найбільш бажаною є присутність в товарних бензинах ароматичних вуглеводнів нафтенового ряду, а з числа нормальних вуглеводнів – парафінового та олефінового ряду – з невеликою кількістю атомів, що утворюють вуглецевий ланцюг в молекулах.

7. Бензинові фракції, одержані під час первинної переробки нафти, непридатні до застосування, тому що містять сполуки, що негативно впливають на їхні експлуатаційні властивості, а саме:

– водорозчинні (мінеральні) кислоти та луги, що спричиняють корозію металів, інтенсивне спрацювання деталей двигуна і систем живлення;

– органічні кислоти, які небезпечні для кольорових металів, в першу чергу для свинцю та цинку;

– сірку та її сполуки, що погіршують якість бензину, зменшують детонаційну стійкість бензину, сприяють смоло- й нагароутворенню і прискоренню процесу старіння мастил;

– смоли, що утворюють липкі, в'язкі осади темного, коричневого кольору – продукти окислення й полімеризації ненасичених вуглеводнів, зменшуючи детонаційну стійкість бензину, погіршуючи його випаровуваність.

– механічні домішки, що засмічують паливні фільтри, паливопроводи, жиклери, зменшують термін служби циліндро-поршневої групи;

– воду, що за температурі нижче 0 ºС утворює кристали, які можуть припинити доступ бензинові, сприяє його окисленню та є основною причиною корозії.

Таким чином, автомобільні бензини, отримані в результаті переробки нафти, містять велику кількість невуглеводневих сполук, які негативно впливають на їх якість. Щоб забезпечити потрібні показники якості бензинів, необхідно застосовувати процеси, які дозволяють належним чином змінити фракційний склад продуктів і позбутися небажаних хімічних сполук.

Подальшу роботу буде спрямовано на практичну реалізацію результатів проведених досліджень, зокрема, на моделювання процесів переносу у виробництві якісного палива на міні-НПЗ із метою визначення найприйнятнішої схеми підприємства, що забезпечує можливість виробництва нафтопродуктів європейської якості.

УДК 628.5 :66.002.8

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА КІНЕТИКУ ПРОЦЕСУ МАСОВОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістранти Малюга А.С., Кучеренко І.В., Карпенко О.П.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Вступ

Створення сучасних органо-мінеральних добрив дозволяє вирішити одну з найважливіших проблем сучасного сільськогосподарського виробництва – забезпечення бездефіцитного балансу корисних речовин в ґрунті. Проте внесення індивідуальних речовин екологічно не вигідно, тому необхідно зосередити увагу на розробці комплексних добрив.

Комплексні гуміново-мінеральні тверді композити зі змінним співвідношенням органічних, мінеральних речовин, карбоміду що дозволяють одержати добрива з різним рівнем кислотності. Створити їх можна за рахунок утворення багатошарової структури композиту з кристалічним каркасом, в якому хаотично розташовані аморфні частинки. Рівномірність розподілення мінеральних і органічних речовин визначається умовами масової кристалізації [1].

Постановка задачі

Метою експериментальних досліджень було визначено вплив температури на структуру та розподілення компонентів в мікрошарі при ізотермічній масовій кристалізації гуміново-мінеральних рідких систем.

Експериментальні дослідження

У роботі визначався вплив температури на структуру мікрошару при зневодненні водних насичених розчинів сульфату амонію, до якого послідовно додавались гумінові речовини, карбомід. Співвідношення компонентів наведено у таблиці 1.

На предметне скло наносився шар рідкої фази товщиною 1...1,5 мм, який висушувався при заданих температурних режимах до повного видалення розчинника.

Таблиця 1 - Співвідношення компонентів у різних експериментальних дослідженнях та фактичних результатів досліджень

	Гумат	СА	Са	Карбомід	Температура °С	Час сушіння, с
Дослід №1	0,1	10	-	-	20	1330
Дослід №2	0,1	10	-	-	40	1187
Дослід №3	0,1	10	-	-	60	974
Дослід №4	0,1	10	-	-	80	800
Дослід №5	0,1	10	-	-	100	712
Дослід №6	-	10	-		20	1315
Дослід №7	-	10	-		40	1153
Дослід №8	-	10	-		60	1012
Дослід №9	-	10	-		80	737
Дослід №10	-	10	-		100	543
Дослід №11	0,1	10	-	0,1	20	1333
Дослід №12	0,1	10	-	0,1	40	1237
Дослід №13	0,1	10	-	0,1	60	1101
Дослід №14	0,1	10	-	0,1	80	917
Дослід №15	0,1	10	-	0,1	100	738
Дослід №16	-	10	-	0,1	20	1263
Дослід №17	-	10	-	0,1	40	1188
Дослід №18	-	10	-	0,1	60	1051
Дослід №19	-	10	-	0,1	80	892
Дослід №20	-	10	-	0,1	100	672

Висновки

Експериментально визначено вплив інтенсивності перенасичення, наявності гумату на структуру мікрошару при ізотермічній масовій кристалізації композитних розчинів на основі сульфату амонію. В подальшому більш доцільно провести експерименти при цих температурах з додаванням карбоміду та дослідити його вплив на мікроструктуру шару.

Перелік посилань:

1. Попов Г.М., Шафрановский И.И. Кристаллография. Изд. 5-е. Учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений. - М., «Высшая школа», 1972, 352 с.
2. Корнієнко Я.М., Заграй Я.М., Буджерак А.І. Засади техногенної безпеки в агропромисловому комплексі України// Наукові вісті НТУУ «КПІ» - 2001. - №3. – с.129

УДК 504.55:628.398

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ В СХОВИЩІ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістрант Михальчук О.Д.
Національно технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Одним з негативних наслідків в сфері використання ядерної енергетики є накопичення радіоактивних відходів. Відпрацьоване паливо складають та зберігають в спеціально обладнаних сховищах з метою їх подальшого захоронення в надрах. Для цього ретельно обирають місце майбутнього сховища, його тип та проводять оцінку безпеки. Одним за пунктів оцінки безпеки є розробка системи інженерних бар'єрів в яку входить дослідження розподілення температурного поля внаслідок виділення теплоти радіоактивними відходами [1].

Мета роботи: Запропонувати рішення проблеми підвищеної температури прилеглих порід, дослідивши процес теплообміну у сховищі радіоактивних відходів.

Розроблена фізична та математична моделі процесу. Фізична модель складається з трьох шарів: залізний - шар оболонки контейнера; шар бентоніту та шар породи. Властивості моделі визначаються теплофізичними властивостями матеріалів які в неї входять.

Для отримання теоретичних даних складено одновимірну математичну модель процесу охолодження контейнера [2]. Вона описується диференційним рівнянням в часткових похідних.

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$$

де $a = \frac{\lambda}{\rho C_p}$ - коефіцієнт температуропровідності, Вт/(м·К); U - температура, □С; t - час, с; x - відстань від центру тепловиділення, м.

Для розв'язку цього рівняння було застосовано метод сіток.

Вихідні дані та геометрія моделі системи захоронення прийняті на основі реальних даних. Властивості моделі визначаються теплофізичними властивостями матеріалів використаних в ній:

Контейнер: густина $\rho = 8900$ кг/мі, теплоємність $Cp = 380$ Дж/(кг·К), коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 390$ Вт/(м·К). Бентоніт: густина $\rho = 2100$ кг/мі, теплоємність $Cp = 450$ Дж/(кг·К). коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 1$ Вт/(м·К). Порода: густина $\rho = 2749$ кг/мі, теплоємність $Cp = 787$ Дж/(кг·К), коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 2{,}61$ Вт/(м·К). Початкова температура моделі приймається рівною 15єС. Температура оточуючого середовища 15єС. Потужність джерела тепловиділення – змінна і має такі значення: 1 рік – 1110 Вт, 10 років – 818 Вт, 100 років – 217 Вт.

Результати оброблені у вигляді графічної залежності температури від часу (рис 1). Кожна крива характеризує стан конкретної точки, віддаленої

від центра тепловиділення на певну відстань. Модель була перевірена на адекватність співставленням отриманих результатів з наведеними у інших джерелах.

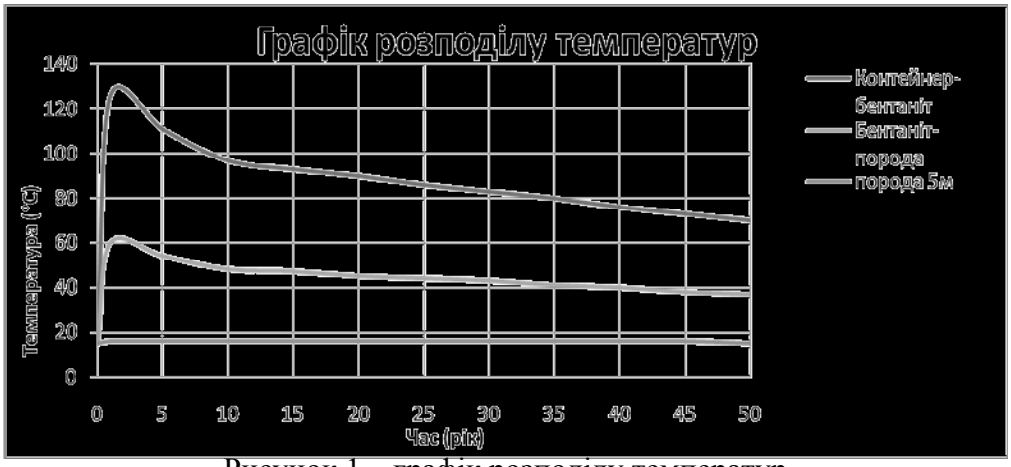


Рисунок 1 – графік розподілу температур

З графіку видно значне підвищення температури на межі стику контейнера з шаром бентоніту. Це спричинятиме закипання вологи та підвищенню міграції радіонуклідів у біосферу. Тому пропонується встановити теплообмінний пристрій для відведення надлишкового тепла від контейнера. Результати попередньої оцінки результату використання запропонованого рішення видно на графіку (рис 2)

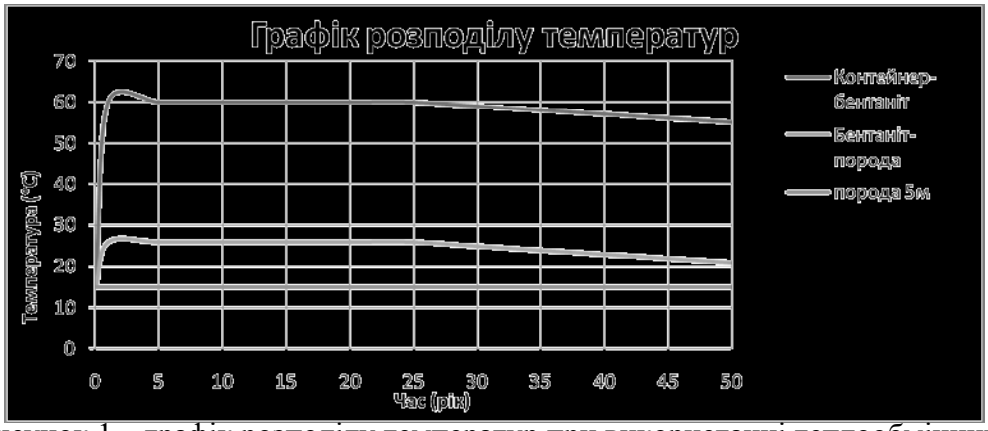


Рисунок 1 – графік розподілу температур при використанні теплообмінника

Відібране тепло можна використати для потреб обслуговуючих комунікацій та персоналу сховища радіоактивних відходів.

Перелік посилань

1. В. Бревитц, Ю. А. Шибецкий, Ю. Ф. Руденко, Н. Б. Кастельцева “Изоляция радиоактивных отходов в недрах Украины (проблемы и возможные решения)” К.:2006; 398.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1973.-752с.

УДК 666.3.042

ПРОЦЕСИ СУШІННЯ І ВИПАЛУ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

к.т.н., доц. Ільєнко Б.К., магістрант Олійник Є.Г.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Промисловість будівельних матеріалів є однією з найбільш енергоємних галузей національної економіки і питанню скорочення питомих витрат палива і енергії в цій галузі приділяється велика увага.

В сучасному світі з кожним днем зростає попит на якісну цеглу і інші керамічні вироби. Для забезпечення цих потреб у великих промислових районах відбувається відродження та будівництво великих потужних підприємств з застосуванням автоматичних систем управління, з використанням новітніх пальників, матеріалів для теплоізоляції і обладнання.

Наряду з будівництвом потужних цегляних заводів лишається відкритою проблема створення компактних, недорогих, мобільних міні-заводів потужністю від 1,0 до 6,0 млн. шт. умовної цегли на рік, за допомогою яких можливо забезпечити віддаленні райони України якісними керамічними будівельними матеріалами.

Для створення таких заводів необхідне відповідне обладнання, в тому числі і міні-печі, які повинні бути тепломалоінерційними, забезпечувати швидкісний випал, спроможні працювати на різних видах палива, не потребували великих капіталовкладень, мобільно переходили з виробництва одного виду продукції на інший.

Оскільки основними споживачами теплової енергії в процесі виробництва цегли є сушила та випалюючи печі, розробка нових і вдосконалення існуючих конструкцій цих агрегатів, інтенсифікація процесів, що протікають, скорочення втрат тепла та матеріалоємності є актуальною і важливою задачею галузі. Щонайпершими питаннями в вирішенні цієї задачі є подальша розробка швидкісних режимів сушки та випалу цегли і створення на цій основі нових економічних теплових агрегатів.

Тенденції в інтенсифікації сушки нагрітим повітрям спрямовані на підвищення температури і швидкості теплоносія, його рециркуляцію, на ведення процесу сушки з різною швидкістю, на керованість вмісту вологи у теплоносії, та інші заходи.

Розробка режимів сушки та випалу базується на властивостях глин, що застосовуються, з урахуванням способу пресування.

Метою даної роботи є оптимізація процесів сушки, нагріву і випалу цегли, що забезпечить створення високоефективних теплових технологій, а

також встановлення методами натурного і аналітичного досліджень умов створення швидкісних режимів сушки і випалу керамічної цегли для досягнення мінімальних затрат теплової та електричної енергії на одиницю продукції.

Для досягнення поставленої мети проводяться лабораторні дослідження процесів сушіння і випалу керамічної цегли.

В даних дослідженнях було використано математичну модель, що базується на системі нелінійних диференційних рівнянь для нестаціонарного внутрішнього волого- і теплопереносу при сушінні вологих капілярно-пористих колоїдних тіл, яким являється цегла:

$$Cr\cdot\rho\lambda\varepsilon\rho\frac{\partial t}{\partial\tau}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)\frac{\omega}{\tau}$$

$$\frac{\partial\omega}{\partial\tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left(a_m\frac{\partial}{\partial x}\right)\delta\frac{t}{\tau},$$

де $a_m,\lambda\delta$ - відповідно коефіцієнти потенціалопровідності, теплопровідності і термоградієнтний коефіцієнт; Cr,ε, - відповідно питома теплоємність, теплота фазового переходу і критерій фазового перетворення [1].

Для випадку конвективної сушки граничні і початкові умови мають вигляд:

- Граничні умови:

$$\pm\lambda\alpha\beta\varepsilon\frac{\partial t}{\partial x}=(t_{wpnw}\ \infty)\ ДРРr\ (\quad)\ (10,\ )$$

$$\pm a_{mpnw}\rho\delta\beta\left(\frac{\partial\omega}{\partial x}\right)\frac{t}{\tau}\ ДРР(\quad\infty)\ 0,$$

де $\beta\alpha\rho_p,\ _0$ - відповідно коефіцієнти масообміну і тепловіддачі,початкова густина; $Д_n$ - критерій поверхневого випаровування, що визначається по відношенню дійсного перепаду рушійної сили зовнішнього масопереносу до максимально можливого.

- Початкові умови:

$$t(tfx)xfx\ \ _{00}=\ (\ );\ \omega(\omega)\ (\ ).$$

Перелік посилань:

1. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

УДК 533.581; 621.593

ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ У ВИРОБНИЦТВІ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА: ФОРМУЛЮВАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

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

Найгострішою проблемою сьогодення, від вирішення якої залежить рівень вітчизняної економіки, є стабільне забезпечення енергоресурсами. Проте імпорт бензину й дизельного пального, а також сировини для їхнього виробництва обходиться нашій державі в понад $9 млрд щорічно, тоді як власний видобуток нафти обмежений її невеликими запасами, яких вистачить лише на 30...40 років. Одним з напрямів вирішення цієї проблеми є часткове заміщення традиційного дизельного палива біодизельним, виробленим із тваринних жирів та олій, зокрема ріпакової.

Метою цієї роботи є розроблення наукових основ та експериментальне дослідження процесів переносу у виробництві біодизельного палива, створення методики розрахунку апарата для одержання кінцевого продукту, надання рекомендацій щодо її практичного впровадження.

Для досягнення цієї мети було, зокрема, сформульовано задачу моделювання процесів переносу, а саме добір і розв’язання фізико-математичної моделі утворення біодизельного палива.

На етапі формулювання фізико-математичної моделі було встановлено, що одним з ефективних методів інтенсифікації хіміко-технологічних процесів в рідинах є дія кавітації (гідродинамічної чи ультразвукової) на оброблюване середовище (рис. 1).

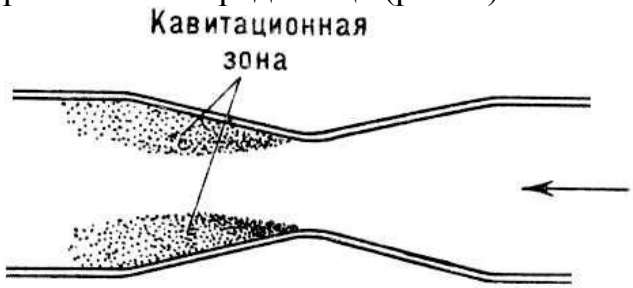


Рисунок 1 – Зона кавітації в трубі з місцевим звуженням

Кавітація є засобом локальної концентрації енергії низької густини у високу густину енергії, пов’язану з пульсаціями і закриттям бульбашок кавітацій. Тому її широко застосовують для інтенсифікації хіміко-технологічних процесів, зокрема в процесах одержання біодизельного палива [1].

Виходячи з аналізу умов омивання кавітаторів, режимних параметрів, фізико-хімічних властивостей модельних рідин і газів, установлено такі модельні параметри, що характеризують кавітаційні процеси на режимах штучної кавітації.

Число кавітації:

$$\chi = 2(P_0 - P_к)/(\rho V_0^2),$$

де P_0 – тиск рідини на вході в контактну камеру, Па; $P_к$ – тиск газової фази в порожнині кавітаційної каверни, Па; ρ – густина рідини, кг/м^3; V_0 – швидкість рідкої фази на вході контактну камеру, м/с.

Число Фруда:

$$\mathrm{Fr} = V_0/\sqrt{gd},$$

де d – діаметр основи кавітатора, м.

Число Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = V_0 d/\nu,$$

де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини, м^2/с.

Ступінь стиску потоку:

$$\delta = d/D,$$

де D – діаметр контактної камери в місці розташування кавітатора, м.

Відносна довжина кавітаційної каверни:

$$\lambda = L/d,$$

де L – довжина кавітаційної каверни, м.

Кавітаційний опір:

$$C_x = \Delta P/(\rho V_0^2)$$

де ΔP – падіння тиску в контактній камері, Па.

Коефіцієнт ежекції:

$$u = Q/U,$$

де Q, U – витрата газової й рідкої фази, відповідно.

Відносні витрати газової фази:

$$q = Q/(V_0 d^2).$$

Змінюючи ці параметри, можна досягти зміни фізико-хімічних характеристик рапсової олії, зокрема зменшити її в'язкість і підвищити температуру спалаху, підвищити якість отримуваного продукту, прискорити технологічний процес і зменшити температуру його реалізації.

Подальші дослідження буде спрямовано на:

– проведення експериментальних досліджень процесу одержання біодизельного палива з метою добору умов, найприйнятніших для його реалізації;

– вдосконалення конструкції й розрахунок апарата для одержання біодизельного палива, що відповідатиме стандарту EN 14214:2003, на основі запропонованої фізико-математичної моделі.

Перелік посилань

1. Колосов О. Є. / Високоефективні засоби приготування біопалива / О. Є. Колосов, Г. Л. Рябцев, В. І. Сівецький, Д. Е. Сідоров, С. О. Пристайлов. – К. : Січкар, 2010. – 152 с.

УДК 532.137: 666.97

ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ З ПОПЕРЕЧНИМ ОРІЄНТУВАННЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ

к.т.н., доц. Андреєв І.А., магістрант Полторацька Н.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Віброекструзійний спосіб виробництва фібробетону характеризується природним поздовжнім орієнтуванням фібр у виробах. У багатьох випадках це дозволяє ефективно використовувати армуючі властивості фібр, але є номенклатура виробів (плити перекриття водостічних каналів і т. ін.), яка потребує поперечної орієнтації дисперсної арматури. Тому авторами була запропонована конструкція віброекструдера [1], в якому верхні частини стінок бункера мають нахил у протилежний бік щодо вертикалі порівняно з нижньою частиною. Така конструкція дозволяє спочатку, при русі в каналі, що розширюється (рис. 1) фібрам за рахунок зсувних деформацій у бункері приймати положення, близьке до вертикального, а потім, при плині суміші у нижній частині бункера (в каналі, що звужується) повертатися до положення, яке близьке до горизонтального. У центральній частині бункера зсувні деформації і, відповідно, орієнтування фібр мінімальне. Все це сприяє переважній поперечній орієнтації фібр по перерізу всього виробу.

При розгляді процесу використовується феноменологічний підхід, який приймає фібробетонну суміш, як однорідне ізотропне середовище, а про структуру суміші робляться лише загальні застереження. Враховується, що вібруючі фібробетонні суміші при віброекструзії являють собою псевдоньютонівські системи.

Для спрощення вирішення задачі процес плину суміші в каналах бункера віброекструдера розглядається, як плин між плоскими розбіжними (верхня частина бункера) і збіжними (нижня частина бункера) нерухомими стінками. Для розрахунку була вибрана циліндрична система координат (r, φ, z). Початки координат для кожної зони вибрані у точках перетину ліній, що є продовженнями похилих стінок каналів. Передбачається, що всі промені, які проходять через початок координат, є лініями плину, а висота шару суміші у бункері при віброекструзії підтримується постійною. Вважається, що на вході у бункер фібри розташовані горизонтально.

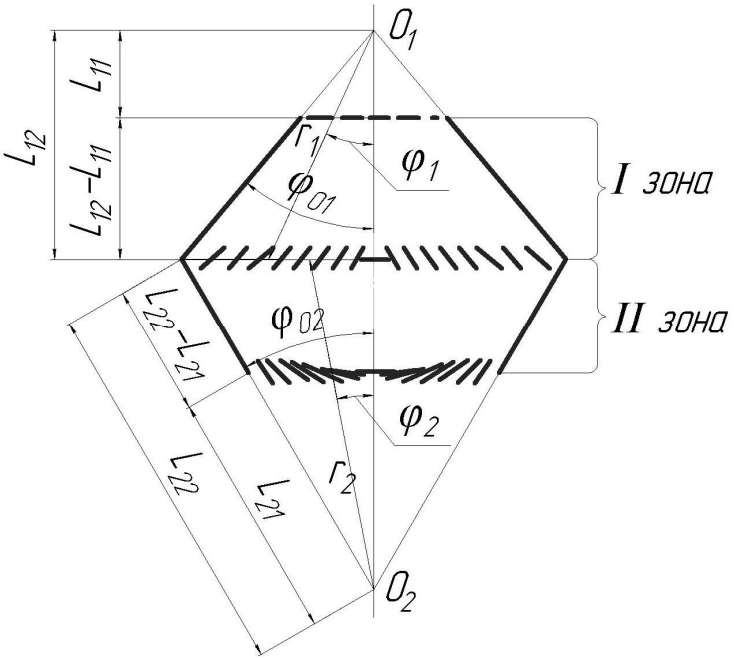


Рис. 1 – Розрахункова схема процесу плину суміші у каналах бункера віброекструдера

Кут нахилу фібр β відносно осі r в результаті проходження сумішшю каналів можна визначити наступним чином:

$$\beta = arcctg \frac{2\sin 2\varphi_i \left(L_{2i} - L_{1i}\right)^2}{L_{1i} L_{2i} \left(\cos 2\varphi_i - \cos 2\varphi_{0i}\right) \ln \frac{L_{2i}}{L_{1i}}}$$

де φ_{0i} - кут нахилу похилої стінки до вертикалі, град.; L_{1i} - відстань від початку координат до вхідного зрізу каналу, м; $L_{2i} - L_{1i}$ - висота стовпа суміші в каналі, м.

Для випадку формування плоского виробу товщиною 40 мм і шириною 460 мм був спроектований віброекструдер, який забезпечує орієнтацію фібр у виробі близьку до поперечної (середній по ширині виробу кут відхилення від поперечного положення складає близько 30°). Розташування фібр на виході з каналу, що розширюється і на виході з бункера спроектованого віброекструдера подано на рисунку 1.

Перелік посилань:

1. *Патент України на корисну модель № 53893*. Віброекструдер для формування фібробетонних виробів / авт. винах. Андреєв І.А., Полторацька. Н.В.- опубл. у бюл. 25.10.2010, № 20 МПК (2009) B28B13/00.

УДК 678.023

РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ НА ПІДШИПНИКИ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ

к.т.н., доц. Швед М.П. аспірант Швед Д.М.,
магістрант Сафонов С.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Найбільш навантаженим вузлом шестеренного насосу є його підшипники. На них діють радіальні сили від тиску рідини на шестерні та механічні сили, зумовлені реакцією від крутного моменту.

При виконанні наближених розрахунків як правило роблять припущення про те, що статичне навантаження L_r на шестерні від тиску розплаву полімеру є добуток проекції бокової площі шестерні f на величину перепаду тиску Δp:

$$L_r = f \cdot \Delta p = b \cdot d \cdot \Delta p \qquad (1)$$

де b і d – ширина та діаметр кола головок шестерні;

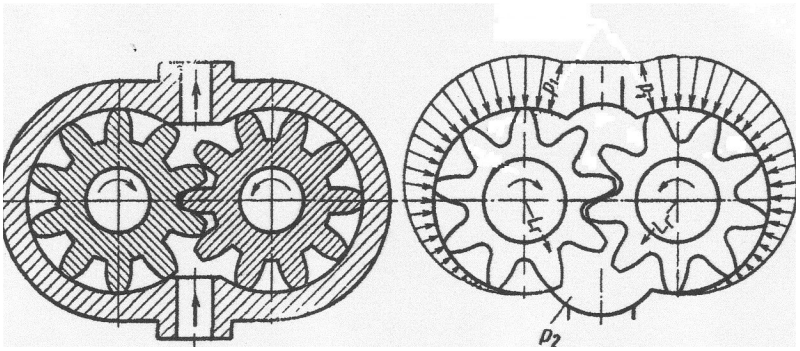


Рис. 1 – Розрахункова схема шестеренного насосу

Таке припущення в результаті дає дещо завищені показники навантаження у порівнянні з дійсною, оскільки на поверхню шестерні діє не повний робочий тиск, а його усереднене значення. Окрім того цей тиск діє на дузі 270°, у результаті чого навантаження на шестерню частково врівноважується. На рисунку 1 зображена розрахункова схема шестеренного насосу. З рисунку 1 видно що деяка частина циліндричної поверхні шестерень, яка омивається рідиною порожнини нагнітання та всмоктування, знаходиться під тиском цих порожнин. На поверхні впадин, які відділені зубами від порожнин, діє тиск, який знижується за деяким законом від величини p_1 в порожнині нагнітання до величини p_2 в порожнині всмоктування. Тому статичне навантаження зазвичай розраховують за емпіричним рівнянням:

$$L_{p\,ср} = 0{,}8 \qquad (2)$$

Окрім вказаного навантаження, на шестерні також будуть діяти сили, зумовлені крутним моментом, при чому сила реакції від крутного моменту збільшує радіальне навантаження на підшипники веденої шестерні та зменшує на підшипники ведучої шестерні. Величина рівнодійної радіальних сил, які діють на ведену шестерню, з врахуванням сил реакції від крутного моменту розраховується за формулою:

$$L_{R\,ср} = 0{,}85 \qquad (3)$$

Жорсткість валів повинна бути такою, щоб їх деформація (з врахуванням деформації підшипників) була менше за відповідні радіальні зазори між шестернями та корпусом насосу, через те що прогин валів може привезти до пошкодження корпусу, а також порушити умови нормального зачеплення зубів шестерень.

При розрахунок ведучих валів на скручування необхідно враховувати те, що із-за пульсації тиску та можливих гідравлічних ударів миттєве навантаження може значно перевищувати навантаження, розраховане за середнім крутним моментом. Тому при розрахунках валів насосу передбачають запас міцності у 20-25% у порівнянні з розрахунком за середнім крутним моментом[1].

Перелік посилань:

4. Машиностроительная гидравлика/Башта Т.М./: «Машиностроение», 1971. – 672 с.

УДК 532.137: 666.97

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ

к.т.н., доц. Андреєв І.А., магістрант Смірнова К.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Процес змішування компонентів суміші, при якому закладаються основи майбутньої структури, впливає на фізико-механічні властивості і зовнішній вигляд виробів, що формуються.

При віброекструзії фібробетонних виробів змішування здійснюється у вібраційному полі. Віброперемішування, у порівнянні зі звичайним змішуванням, дозволяє вводити в суміш більше фібрової арматури без її грудкування, істотно диспергує структуру цементного каменю, роздрібнюючи кристалики його новоутворень. Збільшується кількість центрів кристалізації, прискорюється процес структуроутворення і росту міцності, скорочується тривалість термовологої обробки бетону, поліпшуються його фізико-механічні показники.

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

Початковою стадією процесу змішування фібр з розчином при віброекструзії є отримання тонкого шару розчину. Недоліком традиційного дозатора-живильника розчину є утворення «застійних» зон з внутрішнього боку нижньої крайки передньої стінки бункера дозатора, що призводить до утворення в цих зонах затверділих грудок розчину, які при тривалій роботі ускладнюють утворення джгутів розчину зі стабільною формою і погіршують якість розчину при попаданні твердих грудок у тонкий розчинний шар.

Авторами для вдосконалення формування тонкого шару розчину була запропонована конструкція дозатора-живильника, в якому новим є те, що в нижній частині бункера до внутрішнього боку нижньої крайки передньої стінки жорстко закріплені направляючі вставки [1].

Для зменшення металоємності конструкції такого пристрою необхідно крайні збіжні ізольовані канали з одного боку утворювати нижніми частинами бічних стінок бункера, нахилених під тим же кутом, що і направляючі вставки, а у нижніх крайках передньої і задньої стінок бункера виконувати вирізи в місцях, що не контактують з розчином [2]. Дозатор-живильник унеможливлює утворення «застійних» зон з внутрішнього боку нижньої крайки передньої стінки бункера, дозволяє ліквідувати крайні направляючі вставки, а виконання вирізів у нижніх крайках передньої і задньої стінок бункера, які не контактують з розчином,

дає змогу зменшити кількість металу, що йде на виготовлення бункера. Це у свою чергу забезпечує отримання джгутів розчину зі стабільними формою і якістю.

Подача цементно-піщаного розчину на транспортер здійснюється через прямокутні збіжні канали. Аналітичних формул для опису плину у таких каналах не існує. Тому для приблизного опису можна розглядати процес або між плоскими збіжними пластинами у циліндричній системі координат (r, φ, z) за формулою (1) [3] або у прямокутному каналі у декартовій системі координат (x, y, z) за формулою (2) [4].

$$u_r = \frac{c(\cos 2\varphi - \cos 2\varphi_0)}{r}, \qquad (1)$$

де $c = -\dfrac{\rho \cdot g \cdot L_1^2 \cdot L_2^2}{2 \cdot \mu_B \cdot \cos 2\varphi_0 \cdot \cos^2 \varphi_0 \cdot (L_1 + L_2)}$, ρ – густина оброблюваної суміші, кг/м^3; g = 9,81 м/с^2 – прискорення сили тяжіння; L_1 – відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера віброекструдера, м; $L_2 - L_1$ – висота стовпа суміші в бункері, м; φ_0 – кут нахилу стінок бункера до вертикалі, рад ($\varphi_0 < \pi/4$); μ_B – вібров'язкість суміші, Па·с.

$$u_z = u_{z\max}\left[1 - \left(\frac{2x}{W}\right)^i\right]\left[1 - \left(\frac{2y}{H}\right)^j\right], \qquad (2)$$

де $u_{z\max}$ – максимальна швидкість в центрі прямокутного каналу, м/с; W – ширина каналу, м; H – висота каналу, м. i і j – показники степені.

Перелік посилань:

1. Патент України на корисну модель № 49251. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину / авт. винах. Андреєв І.А., Смірнова К.О.- опубл. у бюл. 26.04.2010, № 8 МПК (2009) B28B13/00.
2. Висновок про видачу деклараційного патенту України на корисну модель по заявці № u201006014 від 07.10.10. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину / авт. винах. Андреєв І.А., Смірнова К.О.
3. Решение задач течения базальтобетона при виброэкструзии / Андреев И.А., Воронин Л.Г., Лукач Ю.Е., Магазий П.Н.; Киев. политехн. ин-т. - Киев, 1987 - 7 с.-Деп. в УкрНИИНТИ 04.03.87, №893-Ук 87.
4. Андреєв І.А. Отримання спрощеної формули для опису ламінарної течії ньютонівської рідини в прямокутному каналі за допомогою «методу впливу» // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2010. – №1. – С. 88-92.

УДК 66.081.63

КОМПЛЕКСНЕ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАСООБМІННИХ І МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ: АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

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

Процеси мембранного розділення є одними з найбільш універсальних методів розділення сумішей [1]. Вони знаходять широке застосування в обробленні водних розчинів, очищенні стічних вод та виробництві питної води, що, з огляду на незадовільний стан її запасів, є дуже актуальнім.

Одним із найефективніших методів очищення води є зворотний осмос, що забезпечує не лише знесолення мінералізованих вод, але й їхнє очищення від більшості видів відомих забруднень, зокрема радіоактивних. Сучасні зворотноосмотичні установки дозволяють отримувати очищену воду високої якості для побутових і промислових потреб за незначних порівняно з іншими методами затрат. Тому актуальною є задача детального дослідження можливостей роботи зворотноосмотичних мембран і модулів на їхній основі за різних робочих тисків і вихідної концентрації розчинів, що очищуються.

Зворотноосмотичні системи успішно використовуються для вирішення таких проблем питного водопостачання, як видалення з води гумінових речовин, хлорорганічних сполук, фторидів, стронцію, радіонуклідів, нітратів, пестицидів тощо. Проте широкомасштабне впровадження мембранних систем потребує зміни технології очищення, спрощення технологічних схем, зниження капітальних затрат. Крім того, системи підготовки питної води повинні забезпечувати оптимальний іонний склад фільтрату – затримуючи органічні сполуки чи фториди, важливо зберегти у воді певний рівень концентрації солей.

Метою роботи є розроблення наукових основ та експериментальне дослідження процесу комплексного очищення води з застосуванням масообмінних і мембранних процесів.

На попередньому етапі роботи було:

– складено фізичну модель процесу розділення водних систем методом зворотного осмосу;

– розроблено математичну модель процесу розділення водних систем методом зворотного осмосу [2].

Аналіз складеної фізичної моделі дозволив зробити такі висновки:

1) на поверхні і в середині пор ліофільної мембрани, що занурена у розчин електроліту, утворюється поверхневий шар зв’язаної води, що має понижену розчинну здатність;

2) ліофільний матеріал мембрани підвищує селективну сорбцію проникного компонента;

3) присутність в порах мембрани поверхневого шару зв'язаної води є основною причиною того, що іони (чи молекули), для яких зв'язана вода практично не є розчинником, не проходять крізь мембрану;

4) для функціонування мембрани необхідно, щоб діаметр пор в ній не перевищував суму подвійної товщини шару зв'язаної води й діаметра гідратованого іона (оскільки розділення відбувається на межі поділу мембрана – розчин, указаний розмір пор необхідно забезпечити лише в поверхневому шарі мембрани, зверненого до розчину);

5) селективність мембрани тим вища, чим більша товщина шару зв'язаної води й чим більша гідратуюча здатність іона, що визначається енергією або теплотою гідратації;

6) для збільшення проникності мембран і зменшення їхнього гідравлічного опору доцільно виготовляти мембрани з анізотропною структурою за товщиною або композиційними з мінімально можливою товщиною активного шару.

Запропонована авторами математична модель складається з двох рівнянь матеріального балансу – загального й за розчиненим компонентом, двох рівнянь, що визначають в диференціальній формі склад пермеату і проникність в довільному перерізі, і двох рівнянь, що виражають ті ж величини як функції потоку розчину, що розділяється, і концентрації розчиненої речовини в ньому.

На основі цієї математичної моделі було розроблено алгоритм і методику розрахунку очищення водних систем зворотним осмосом, що дозволяє визначити такі розрахункові параметри установки зворотного осмосу: масову витрату (вихід) ретанту й пермеату, масову концентрацію розчинених речовин у пермеаті й ретанті, площу робочої поверхні мембран, мембранних елементів і мембранного апарата в цілому, гідравлічний опір мембранних елементів і мембранного апарата в цілому.

Подальші дослідження буде спрямовано на розроблення методики та проведення експериментальних досліджень із метою перевірки адекватності розробленої математичної моделі.

Перелік посилань

1. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологий : учебн. для вузов / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 1992. – Ч. 2. – 612 с.
2. Сидоренко С. В. Фізична та математична моделі процесу зворотного осмосу / С. В. Сидоренко, А. В. Юдіна, Т. В. Тодорюк, С. В. Гулієнко // Зб. тез доп. VI всеукраїнської наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів». – К. : НТУУ «КПІ», 2010. – С. 38-39.

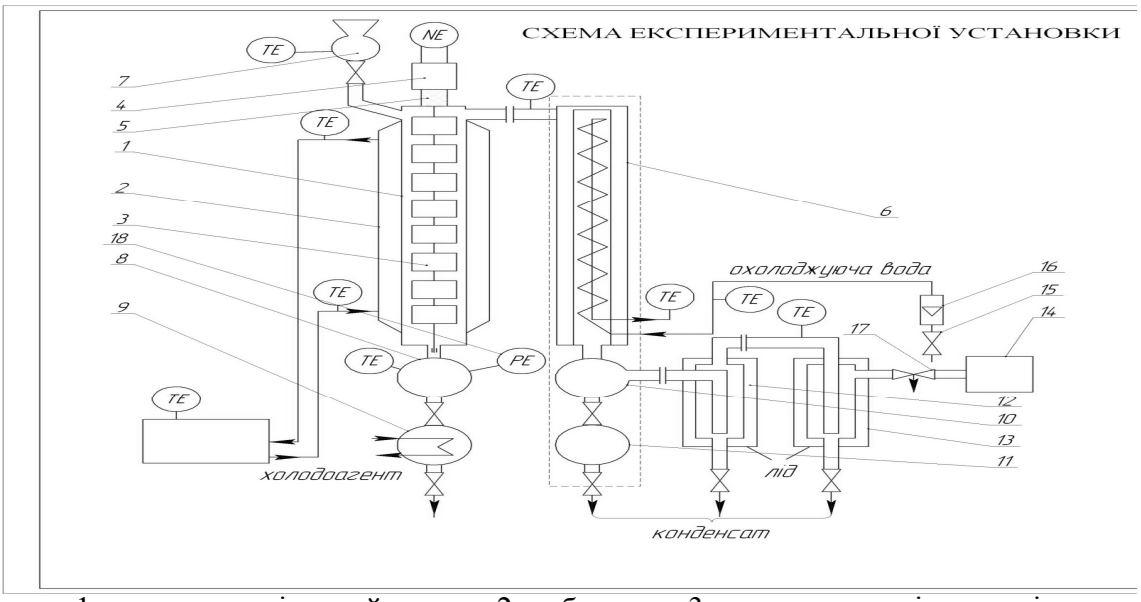
УДК 66.021.3/4

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТЕПЛООБМІНУ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ

к.т.н., доц. Зубрій О.Г., магістрант Безушко Н.А.
Національно технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Винахідницька активність промислово розвинутих країн спрямована у напрямку розробки нових конструкцій в хімічній, харчовій, паперовій та біотехнологічних галузях. Важливу роль у багатьох процесах відіграє теплообмін між стінкою апарату і рідиною, що нагрівається або випарюється. Він може бути суттєво інтенсифікований механічним перемішуванням плівки рідини, що стікає. Це досягається в ротоно-плівкових апаратах, які практично незамінні при переробці в'язких, термолобільних рідин та середовищ, що кристалізуються.

Схему роторно-плівкової установки зображено на рисунку 1.



1 – роторно-плівковий апарат; 2 – оболонка; 3 – ротор з шарнірним кріпленням лопатей; 4 – привід; 5 – торцеве зусилля; 6 – змієвиковий конденсатор; 7 – напірна посудина; 8,10 – приймальна колба; 9,11 – зливна колба; 12,13- пастки; 14 – вакуум-насос; 15,17 – регулюючий вентиль; 16 - ротаметр; 18 – вакуумметр

Рисунок 1 – Схема роторно-плівкової установки

Незважаючи на складність конструкції і відносно невелику площу поверхні теплообміну (до 21 $м^2$) роторно-плівкові апарати в порівнянні з випарниками інших типів мають ряд переваг. До них відносять невеликий час перебування рідини в робочій зоні, що особливо важливо при переробці термолобільних продуктів; знижене піноутворення при

випаровуванні речовин, що значно піняться; можливість випарування в'язких рідин і отримання готового продукту у вигляді сухого порошку, відсутність застійних зон [1]. Роторні випарні апарати рекомендується застосовувати для процесів глибокого концентрування та дистиляції харчових продуктів в якості самостійних технологічних апаратів або ж в комплекті з апаратами інших типів.

Відповідно до виконання корпусу роторні випарні апарати поділяються на апарати з вертикальним, горизонтальним та комбінованим корпусом. За формою корпусу розрізняють апарати з циліндричним, конічним, ступеневим циліндричним корпусом, з конічною та циліндричною частинами корпусу.

В залежності від типу ротора апарати поділяються на:

-апарати з жорстко закріпленими лопатями (жорстким ротором);

-з рухомо закріпленими лопатями ;

-з комбінованим кріпленням лопатей.

Процеси гідродинаміки, тепло- і масообміну в роторних апаратах мають складний характер, що обумовлено, як конструкцією ротора, так і технологічними параметрами роботи (частотою обертання ротора, густиною зрошення і т.і.), і практично не мають теоретичного рішення [2] . Окрім впливу звичайних факторів, що мають місце в апаратах зі стікаючою плівкою, в роторних апаратах на гравітаційну течію плівки накладається дія лопатей ротора, що обертається, які з одного боку, рівномірно розподіляють плівку рідини по поверхні нагріву, а з іншого – викликають її додаткову турбулізацію[3]. Тому здебільшого задачами досліджень є проведення експериментів (характерних величин) з наступним їх узагальненням, наприклад у вигляді систем критеріальних рівнянь.

Перелік посилань:

1. Апапатура микробиологической промышленности/ Соколов В.Н., Яблокова М.А., «Машиностроение»,1988 – 287с
2. Гидродинамика и теплообмен при двухстадийной обработке осадкообразующих продуктов в роторно-пленочных аппаратах / Барштейн В.Ю. // Авторефер. дис. на соиск. уч. степени канд. тех. наук. К.- КПИ, 1994. - 26с.
3. Исследование некоторых вопросов гидродинамики и теплоотдачи в роторных пленочных апаратах с жестким креплением лопастей / Зубрий О.Г. // Авторефер. дис. на соиск. уч. степени канд. тех. наук. К.- Киевский политехнический институт им. 50-летия Великой Окт. соц. революции, 1973. - 26с.

УДК 66.048.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАСООБМІННИХ КОЛОН

к.т.н., доц. Лукашова В.В., магістрант Войцеховська Є.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Колонні апарати, які знайшли широке впровадження у промислових лініях хімічної та нафтопереробної технології для проведення процесів контактного масообміну, зазвичай працюють у режимі взаємодії потоків двох фаз. Напрям руху потоків, характер та організація їх взаємодії має суттєвий вплив на рушійну силу процесу масообміну.

Як правило, при теоретичному розгляді процесів масопереносу виходять із умови ідеального перемішування у межах теоретичної тарілки. Така гіпотеза використовується для зручності визначення послідовної зміни складів контактуючих фаз у окремих елементах колони і виражає лише ідеалізовану модель взаємодії потоків. Ефективність контактної ступіні, за умов, що газова та рідинна фази знаходяться в рівновазі, мала б дорівнювати 100%. Дана умова передбачає ідеальне перемішування рідини на тарілці, що забезпечує встановлення по всій поверхні тарілки осередненої концентрації флегми, рівноважної з газовим потоком. Реальна тарілка не відповідає таким ідеалізованим умовам і характеризується нерівномірністю профілів швидкості та концентрації рідини у об′ємі рідини. Реальна тарілка не забезпечує достатнього ступеню контакту фаз і достатньої тривалості їх взаємодії, необхідних для досягнення рівноваги між фазами. Відхилення від ідеальних умов приводить до зменшення рушійної сили обмінних процесів і відповідному зниженню ефективності колонних апаратів. При розрахунках колонних апаратів відхилення ідеалізованої моделі від реальних умов штучно враховують коефіцієнтом корисної дії тарілки який приймають в межах від 0,2 до 0,8, проте це вносить суттєві відхилення у розрахунок промислового обладнання.

Варто відзначити, що гідродинамічні режими лабораторних установок значно відрізняються від промислових, що обумовлює значне відхилення їх робочих характеристик [1]. Ступінь відхилення реального профілю концентрацій від гіпотетичного залежить від таких факторів як: наявність поздовжнього перемішування фаз на поверхні тарілки, конструктивних особливостей апарату, фізико-хімічної взаємодії потоків, швидкість потоків, тощо. Таким чином, метод маштабування колонних апаратів, покладений в основу емпіричних розрахункових залежностей, є некоректним, якщо при розгляді гідродинамічного стану не враховується вплив перемішування рідини.

Інтенсивність перемішування визначають експериментальним шляхом. Для цього зазвичай застосовують експериментальні методи збурювань у визначеному перетині потоку і фіксування викликаних ними наслідків (відгуку системи) у іншому перетині. Сигнал збурення може бути різним за формою і фізичною природою: імпульсний, ступінчастий та циклічний. У якості сигналу у потік вводять трассери (індикатори, барвники, розчини солей, тощо), які хімічно не взаємодіють із середовищем.

Дослідження гідродинаміки масообмінних апаратів спрямоване на виявлення механізмів і кількісних закономірностей процесів переносу речовини, енергії та імпульсу через міжфазну границю в гетерогенних системах. В таких системах поблизу міжфазної границі утворюється гідродинамічний межовий шар, всередині якого швидкість течії поступово змінюється від швидкості руху однієї фази до швидкості руху іншої фази. Товщина шару і картина течії залежать не тільки від швидкостей руху фаз, а й від в'язкості і густини фаз, типу течії, характеристик контактуючих середовищ, тощо.

Для опису структури потоків запропоновані різні моделі, які в певній мірі відповідають реальному процесу: коміркова модель, дифузійна, рециркуляційна, комбінована, модель із застійними зонами, змішана модель. Відомі теоретичні моделі можна розглядати як частинні випадки узагальненої моделі, що дозволяє (при достатній довжині апарату) формально апроксимувати одну модель іншою.

Останнім часом запропонована значна кількість багатопараметричних моделей [2]. Із збільшенням числа параметрів підвищується гнучкість теоретичної моделі, та можливість її застосування для різних режимів і умов. Проте, одночасно ускладнюються математичні викладки та існує висока ймовірність значних відхилень від реального процесу.

Для створення коректних методик розрахунків сучасного масообмінного обладнання рекомендоване сумісне фізичне та математичне моделювання процесів, основане на гідродинамічній аналогії і моделі дифузійного межового шару, з урахуванням рівноважного стану та матеріального балансу установки.

Перелік посилань:

1. Структура потоков и эффективность колонных аппаратов химической промышленности // Гельперин Н.И., Пебалк В.Л., Костанян А.Е. –М.: Химия. – 1977. – 264 с.
2. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. – М.: Физматгиз. – 1959. – 699 с.

УДК 532.54

ГІДРОДИНАМІКА В ПНЕВМО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ КАМЕРНОГО ТИПУ

к.т.н., доц. Ракицький В.Л., магістрант Герич О.С.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Рідинна екстракція цільових компонентів з твердого тіла широко розповсюджена в хімічній, фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості. В багатьох випадках цей процес є визначальним для техніко-економічних показників виробництва в цілому. Як правило він потребує великих енерговитрат, тривалого часу протікання, а обладнання, в якому він реалізується, має досить значну питому енерго- та металоємність. Вивчення цього процесу є необхідним і важливим для подальшого розвитку і удосконалення теорії тепло- і масообміну та гідродинаміки в дисперсних системах для вирішення конкретних прикладних задач, а також для з'ясування природи фізичних механізмів, які керують цими процесами, і створення на цих основах відповідних теоретичних моделей.

Підвищення ефективності процесу традиційно досягають шляхом збільшення поверхні контакту фаз; питомої потужності, що витрачається на змішування; підвищення температури та використання токсичних розчинників. Інший підхід базується на принципі дискретно-імпульсного введення та трансформації енергії в рідинних дисперсних системах (ДІВЕ). Його особливість полягає в тому що, просторово-часова структура двохфазного середовища утворює поблизу поверхні розподілу фаз зони концентрованої дисипації енергії, що перевищують дисипацію енергії при звичайних способах її вводу на декілька порядків. Така концентрація енергії викликає на поверхні розподілу фаз великі зсувні напруження, які спричиняють турбулізацію, а також деформацію і руйнування поверхні контакту фаз. При цьому відбувається значна інтенсифікація міжфазного тепломасопереносу, а також масопереносу в капілярно-пористих тілах, з яких екстрагується цільовий компонент.

Детальний аналіз процесів перемішування рідинних середовищ становить надзвичайно складну задачу, вирішену для невеликої кількості найпростішого устаткування. З огляду на це, актуальною є проблема дослідження процесів гідродинаміки при пульсаційному впливі на рідке середовище та створення на цій основі удосконаленого обладнання з застосуванням ДІВЕ

Мета роботи полягає в проведенні комплексних досліджень гідродинамічних процесів у пневмо-пульсаційних апаратах камерного типу

і розробці на цій основі ефективної енергозберігаючої технології та устаткування для екстракції.

Було проведено аналіз економічної та енергетичної ефективності застосування пневмо-пульсаційного обладнання та виявлено, що використання екстрактора пневмо-пульсаційного типу дозволяє одержувати економію енергії до 28,5 КВт·год/т (табл. 1).

Таблиця 1: Технічні характеристики пневмо-пульсаційної техніки

Найменування	Одини-ця виміру	Модель апарата			
		ЕІ – 020Л	ЕІ – 006Е	ЕІ – 100, ЕІ – 100М	ЕІ – 630
Об'єм реактора	$м^3$	0,02	0,006	0,100	0,63
Продуктивність по готовому продукту	$м^3$/год	0,01	0,0025	0,05	0,25
Середній розмір часток сировини	мм	1,0 – 10	1,0 - 5	1,0-10	1,0 – 10
Температура суміші в реакторі	К	280-370	280 - 370	298-343	298-343
Встановлена електрична потужність	кВт	не більш 1,0	не більш 1,0	не більш 2,0	15
Застосування		лабора-торний	експерименталь ний	промис-лові	промис-ловий

Перелік посилань:

1. Долинский А.А. Мартыненко М.П., Басок Б.И., Чайка А.И. Численное моделирование гидродинамических процессов в пульсационном экстракторе. — Промышленная теплотехника. 2004. – Т. 26, № 5. – С. 5–10.

2. Мартыненко М.П. Определение скорости жидкости на выходе из камеры пульсатора методом визуализации.— Промышленная теплотехника. 2004. – Т. 26, № 6. – С. 54–57.

УДК 683.945.1

ПРОЦЕС ПЕРЕРОБКИ І СТАБІЛІЗАЦІЇ ГАЗОВИХ КОНДЕНСАТІВ НА МАЛОТОНАЖНИХ ПЕРЕСУВНИХ УСТАНОВКАХ

к.т.н. доц. Ільєнко Б.К. магістранти Гета В.В., Шпиль М.О.
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут»

Ряд родовищ, як нафтових, так і газоконденсатних, є законсервованими з причини їх незначного дебіту і відсутності відповідної транспортної інфраструктури. Таким чином, нафта таких родовищ може розглядатись як джерело вуглеводневої сировини для переробки на малотоннажних установках з метою отримання товарної продукції. Переробка нафти з метою отримання моторних палив економічно доцільна на великих нафтопереробних заводах (НПЗ) з розвиненою інфраструктурою загальнозаводського господарства. Проте у ряді випадків будівництво малотоннажних нафтопереробних установок по виробництву палива є ефективнішим, а деколи і єдиним варіантом забезпечення регіону паливом.

Малогабаритна пересувна установка призначена для переробки газового конденсату в фракції моторних палив – бензинову та дизельну. Установка складається з ректифікаційної колони, печі нагріву сировини, кожухотрубчастих теплообмінників, повітряного холодильника та системи трубопроводів.

В даний час посилилася увага підприємців і підприємств різних форм власності до питання ефективного використання малих ресурсів сировини, що отримується з малодебітних свердловин, віддалених від транспортних трубопроводів і залізничних магістралей. Крім того, багато регіонів, що добувають значні об'єми сировини і транспортують її на переробку на великі НПЗ або на продаж, вимушені витрачати значні кошти на завезення палива для котельних і транспортування на багато тисяч кілометрів, повністю потрапляючи в залежність від постачальників. Як правило, витрати на сезонну доставку палива часто перевищують вартість його виробництва.

Комплект устаткування для малогабаритних установок не є серійною продукцією і виготовляється індивідуально під конкретні умови: сировину, кліматичну зону, сейсмічність, асортимент отримуваної продукції і т.д.

Вибір і застосування внутрішніх контактних устроїв ректифікаційних колон (тарілчастих, насадкових, комбінованих) залежать від особливостей процесу ректифікації і продуктивності установки. Введення сировини в основну ректифікаційну колону здійснюється тангенціально. Тип і конструкція теплообмінних апаратів вибирається з врахуванням підтримки оптимальних швидкостей теплоносіїв

Залежно від продуктивності, умов експлуатації і характеристик середовища що перекачується застосовуються насоси наступних типів: відцентрові з торцевим ущільненням; відцентрові герметичні з магнітною муфтою; шестерні; плунжерні (дозатори). Кожен насос має резервну пару. В разі відмови основного насоса є можливість швидкого перемикання на резервний насос.

Застосовуються трубчасті печі коробчатого типу. Для кожної установки використовують печі, виготовлені по індивідуальних проектах. У печах застосовується «м'яке» футерування і теплоізоляція, що дозволяють виготовляти печі в повній готовності до монтажу, понизити їх теплову інерційність і тепловтрати. Конструкція печі легко доступна для огляду і ремонту змійовиків.

Вихід продуктів визначається якістю вихідної сировини і асортиментом отримуваних продуктів.

Конструкція устаткування, що поставляється, — блоково-модульного типу, що дозволяє значно скоротити час монтажу і об'єм будівельно-монтажних робіт. Блокове устаткування може бути виготовлене в стані максимальної готовності до монтажу, що включає в себе проведення робіт по теплоізоляції, прокладці пароспутників (або електрообігріву) і з’єднанні між собою трубопроводів і кабелів.

На підставі фізико-хімічного аналізу сировини проводиться технологічний розрахунок всього устаткування і установки в цілому, що дозволяє визначити оптимальну технологічну схему його переробки і підготувати вихідні дані для проектування. Все основне устаткування виготовляється по індивідуальних проектах з врахуванням особливостей процесу і технічних вимог проекту. Підбір оптимальних швидкостей потоків і технологічних параметрів процесу дозволяє значно інтенсифікувати процеси тепло- і масообміну і понизити масу устаткування. Проведення розрахунків на міцність і підбір матеріалів також оптимізують масу устаткування.

Оскільки дана установка відноситься до класу малогабаритних, слід виділити її компактність. При розробці печі нагрівання газового конденсату особливу увагу було приділено питанням її повного монтажу та демонтажу на пересувній платформі.

Досвід експлуатації малотоннажних установок переробки нафти і газового конденсату в районах їх видобутку показав, що будівництво таких установок дозволяє повністю вирішити проблеми безперебійного постачання транспорту і котельних паливом, а також сприяє створенню нових робочих місць.

Введення подібних малотоннажних установок дозволить включити в сферу споживання значну кількість вуглеводневої сировини українських родовищ, які в даний час не експлуатуються.

УДК 66.047:66.013

РОЗПИЛЮВАЛЬНИЙ МЕТОД ВИСУШУВАННЯ РІДИННИХ МАТЕРІАЛІВ, ЙОГО ПЕРЕВАГИ ТА ПРОБЛЕМИ.

к.т.н., доц. Зубрій О.Г., магістрант Голубок Д.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Широке розповсюдження сушильних процесів в різних галузях господарства, їх значна енергоємність (в розвинутих країнах заходу на процеси обезводнення витрачається біля 8% всієї енергії) свідчить про важливе роль процесів сушіння для науково-технічного прогресу[1].

В процесах висушування визначальними є процеси тепло- та масообміну. Від їх інтенсивності та можливості управління ними залежить ефективність та економічність використання матеріальних та енергетичних ресурсів. Найбільш ефективним методом інтенсифікації процесів висушування є шляхи, що спрямованні на підвищення температурного рівня процесу, пришвидшення внутрішніх процесів переносу та збільшення поверхні тепломасообміну.

В сушарках розпилювального типу (рисунок 1), інтенсифікація процесу досягається шляхом диспергування розчину на часточки діаметром 40-50 мкм, що дозволяє при розпилені одного кубічного дециметру рідини досягати площі випаровування 150 м² і виходячи з наступних співвідношень збільшувати коефіцієнти тепловіддачі α та масовіддачі β [2]:

$$\alpha = \frac{\lambda \cdot (2 + 0{,}6 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}5} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}3})}{\delta}$$

$$\beta = \frac{\lambda_m \cdot (2 + 0{,}6 \cdot \mathrm{Re}^{0{,}5} \cdot \mathrm{Pr}_m^{0{,}3})}{\delta}$$

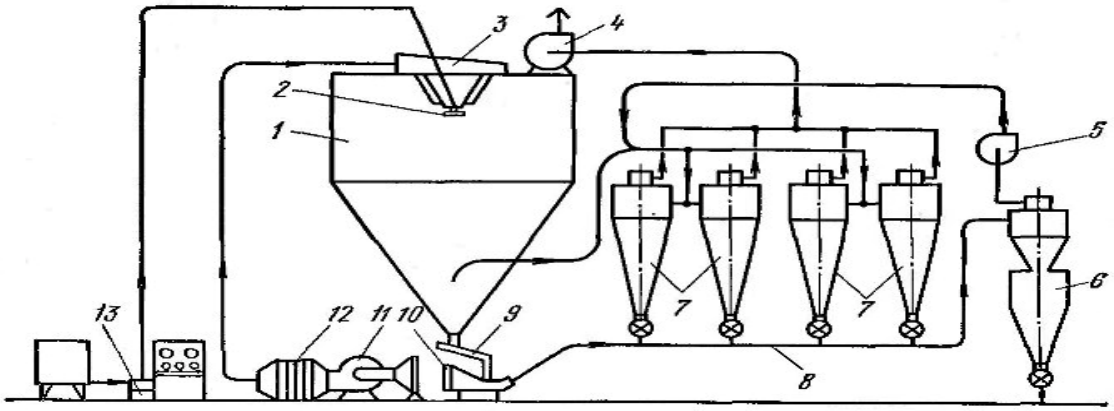
,де δ - діаметр каплі розпилу, λ- коефіцієнт теплопровідності.

Ці фактори обумовлюють значну інтенсифікацію тепломасообмінних процесів в сушарках розпилювального типу, скорочуючи до кількох секунд час перебування крапель матеріалу в сушильній зоні апарат. Останнє набуває особливої ваги при висушуванні термолабільних, чутливих до високих температур матеріалів, так як при мінімальному часі перебування їх в об’ємі сушильної камери (4-10с) температура матеріалу, навіть в зоні високих температур теплоносія, є низькою, близькою до температури рівноважного випаровування (температури мокрого термометра).

Можливість використання теплоносія з високою температурою при збереженні якісних показників кінцевого продукту, висока степінь дисперсності порошку, можливість регулювання його властивостей дозволяють вважати розпилювальний метод одним з найбільш прогресивних методів зневоднення рідинних та пастоподібних матеріалів[3].

Серед недоліків розпилювального методу сушіння слід зазначити складність та високу вартість обладнання для розпилення та уловлювання пиловидного порошку з відпрацьованого теплоносія, порівняно високі енергетичні затрати, значні габарити сушарок,особливо тих, що працюють при низьких температурах теплоносія.

Тому метою роботи є аналіз конструкцій розпилюючих сушарок з точки зору їх енергоефективності та систематизація шляхів і напрямків зниження енерговитратних показників та підвищення якості порошку.



1 — сушильна камера; 2 — дисковий розпиюючий пристрій; 3 — повітрерозподілювач; 4 — вентилятор; 5 — допоміжний вентилятор; 6 — бункер-накопичувач; 7 — циклони; 8 — пневмотранспортна лінія; 9 — вібролоток; 10 — фільтр; 11 — вентилятор високого тиску; 12 — калорифер;13 — шестеренчатий насос

Рисунок 1- Принципова схема сушильной установки типу РСМ

Перелік посилань:

1.Звіт по НДР : «Дослідження та систематизація методів оптимізації тепломасообміних процесів у виробництвах порошкових продуктів з застосуванням різних типів розпилюючих установок» ,ІТТФ НАНУ, 2004р.,138с.
2.Ликов М.В.,Сушка распылением,Пищепромиздат,1975г.,321с.
3.Долинский А.А. Расчет процесов переноса в распылительных апаратах.,Киев:Наук.Думка,1976г.,с.62-69.

УДК 621.577

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗРАЗКАХ СОРБЦІЙНИХ КАСЕТ АДСОРБЦІЙНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОТИ

асистент Корінчук Д. М., Інститут газу НАН України,
магістрант Захлебняк М.В., магістрант Степанюк Ю.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В даний час невпинно зростаючий дефіцит енергетичних ресурсів, постійне підвищення цін на паливо і електроенергію гостро ставлять питання раціонального використання існуючих ресурсів, енергозбереження.

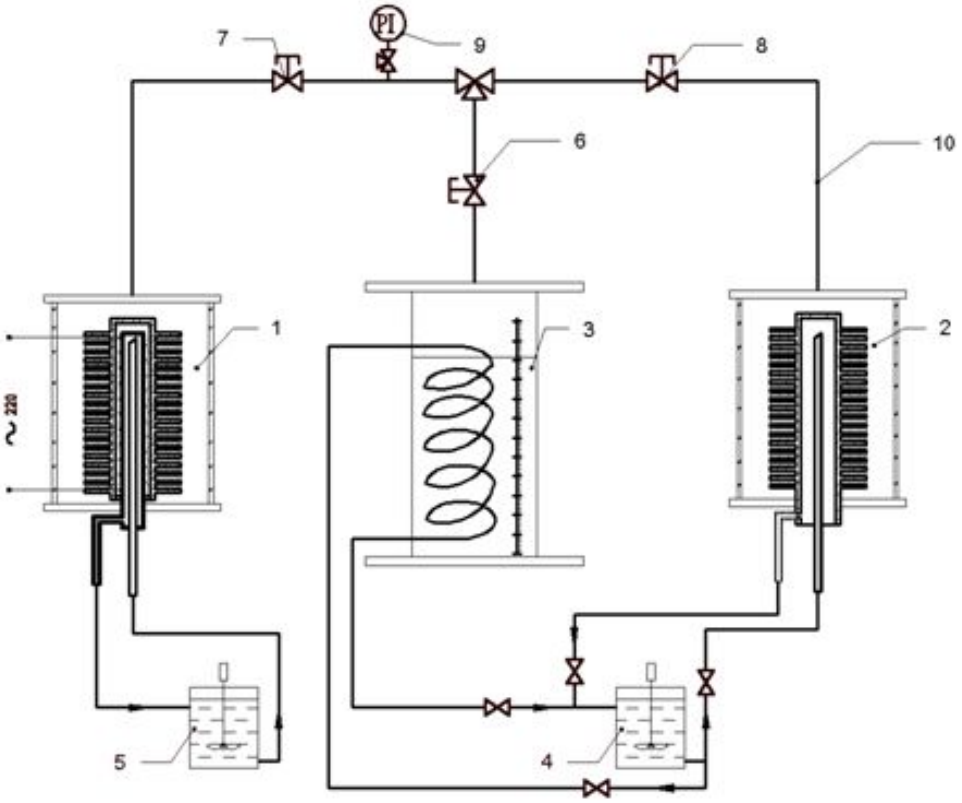
Одним з ефективних шляхів енергозбереження є забезпечення раціонального графіка навантаження на електричні мережі, оскільки забезпечення більш рівномірного завантаження електромереж протягом доби сприяє підвищенню економічності та надійності роботи енергосистеми.

Для цих цілей перспективним є створення опалювального устаткування, яке дозволяє накопичувати теплову енергію в нічний час і здійснювати опалення приміщення протягом доби.

У найбільш повній мірі даним вимогам відповідають термохімічні та адсорбційні термотрансформатори періодичної дії, принцип дії яких заснований на зворотних термохімічних реакціях та сорбційних процесах. Термохімічні та адсорбційні термотрансформатори мають високі теплоакумулюючі властивості завдяки можливості накопичення теплової енергії у вигляді термохімічного потенціалу сорбенту, а також здатні перетворювати низькопотенційну теплоту навколишнього середовища в теплоту підвищеного потенціалу без одночасної витрати енергії шляхом реалізації теплонасосного циклу.

Робочі процеси в адсорбційному термотрансформаторі (рисунок 1) проходять наступним чином. Вночі подається напруга на електронагрівач теплового насосу, який перетворює електричну енергію в теплову і нагріває сорбент в сорбційній касеті. При підвищенні температури сорбенту з нього починає випаровуватися сорбат, який заповнює паровий простір апарату і конденсується на теплообмінній поверхні конденсатора, віддаючи при цьому приховану теплоту конденсації теплоносію, який циркулює в контурі конденсатор-споживач теплової енергії. Зріджений на теплообмінній поверхні конденсатора сорбат стікає в піддон, де накопичується, затоплюючи теплообмінну поверхню випарника.

По закінченні процесу регенерації сорбенту, свідченням чого є досягнення заданого рівня сорбату в випарнику, припиняється живлення електронагрівача і протягом деякого часу постачання теплової енергії споживачу виконується за рахунок охолодження сорбенту до температури сорбції. Подальше виробництво теплової енергії пов'язане виключно з використанням низькопотенційної теплової енергії довкілля, яка утилізується у випарнику, де при циркуляції теплоносія з температурою більше ніж мінус 20 °С кипить сорбат. Пара сорбату прямує до адсорбера, де поглинається сорбентом. Теплота сорбції, що виділяється в процесі сорбції на температурному рівні 55-60 °С відводиться до споживача теплової енергії. Процес продовжується до повного випаровування сорбату у випарнику. Потім необхідно повторити цикл регенерації сорбенту.



1, 2 –адсорбер-десорбер, 3 – конденсатор-випарник, 4, 5– термостат,
6, 7, 8 – арматура, 9 –контрольно-вимірювальні прилади, 10 – паропровід
Рисунок 1 – Принципова схема стенду для дослідження зразків сорбційних касет адсорбційних акумуляторів теплоти

Вивчення розподілу температурних полів і сорбційно-дисорбційних властивостей сорбційних касет є актуальним і дозволяє проектувати апарати для енергозбереження.

УДК 66.911

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ НАГРІВУ ЗМЕРЗЛИХ ВАНТАЖІВ

к.т.н., доц. Троценко Л.М., магістрант Зуй К.О.
Національний технічний інститут України
«Київський політехнічний інститут»

Для перевезення вантажів в промисловості будівельних матеріалів, металургійній, вуглевидобувній галузях промисловості, та ін., широко використовується залізничний транспорт що зумовлено рядом таких переваг:

-безпосередній зв'язок із промисловими і сільськогосподарськими підприємствами будь-яких галузей економіки, що мають, як правило, свої під'їзні колії для виходу на магістральну мережу;

-масовість перевезень з досить низькою собівартістю (малі експлуатаційні витрати) і досить високою швидкістю доставки;

-надійність роботи завдяки незалежності від кліматичних умов, що забезпечує безперебійне перевезення вантажів у будь-який час року;

-більш короткий шлях проходження в порівнянні з природними шляхами водного транспорту.

Однак перевезення подрібнених матеріалів, наприклад, вугілля, вапняку, збагачених руд металів і т.ін., в холодний період року супроводжується рядом недоліків. Вантажі під дією вологи та низької температури змерзаються, що ускладнює можливість їх вивантаження. При використанні ручного вивантаження, що характеризується високими витратами часу, та тяжкою працею, відбувається пошкодження стінок вагонів(з використанням таких знарядь як відбійний молоток і т. п.), що потребує в результаті компенсації на ремонт (тобто штрафних виплат підприємства в управління залізничного транспорту). Технологічне обладнання може простоювати, що призводить до відсутності сировини на зазначених підприємствах та до втрат продуктивності.

Метою роботи є дослідження можливості місцевого радіаційного нагріву вантажів, що змерзлися, перед їх вивантаженням. Організація процесу теплообміну, а саме визначення відстані від стінок вагонів до джерела обігріву, визначення температурних режимів з урахуванням максимальної температури нагріву поверхонь вагона 343К (90°С), шляхом розробки математичної моделі процесів місцевого радіаційного нагріву вантажів, що змерзлися, із зміною агрегатного стану «крига-вода».

Установка працює наступним чином: вагони (приблизно 4-6 вагонів) із змерзлим вантажем заїжджають у гараж, обладнаний трубами, в які надходять продукти згорання природного газу та екранами, що

встановлюють для відбиття теплової енергії та зосередження її саме в ті місця, які потребують найбільшої кількості тепла, а саме на поверхні вагонів. При цьому обігрів організовується з трьох сторін, що зумовлює рівномірне та швидше розморожування вантажу. Процес розморожування шихти ділиться на два етапи. Перший – це прогрів конгломерату, що змерзся до температури плавлення льоду (0°С) на його границі з внутрішньою стороною стінки вагона. Другий етап – поступове плавлення льоду. Внаслідок усунення границі плавлення від стінки вагона, температура внутрішньої і зовнішньої її сторін постійно підвищується. В зв'язку з обмеженням максимального значення температури зовнішньої стінки вагона при його досягненні відбувається зменшення температури гріючої поверхні. Після того, як вантаж розморожується та осушується, він вивантажується з вагонів. В середньому тривалість процесу від 4 до 6 годин.

Експлуатація установки розморожування вантажів, що змерзлися з використанням місцевого радіаційного теплообміну характеризується простотою організації технологічного процесу обігріву вагонів, високою продуктивністю, є економічно вигідною та ресурсозаощаджуючою.

Перелік посилань:

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел Л.С. Теплопередача. – М:Энергия, 1975.
2. Мачкаши А., Бажхиди Л. Лучистое отопление . –М.:Стройиздат , 1985
3. Рязанов В.Т., Брагина Г.П., Орлов А.В., Виноградов В.А. Эффективная система отопления гаражей для размораживания вагонов с сыпучими материалами . - Металлург. Теплотехника. – 2002. – Т.7 – с.25-26.

УДК 628.5:66.002.8

ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ БУРОГО ВУГІЛЛЯ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістрант Карпенко О.П.
Національний політехнічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Мінеральні добрива використовуються для покращення родючості різних культур. Як добрива використовують найчастіше солі різних мінеральних речовин, проте такі добрива мають ряд недоліків. Серед найбільшим недоліків є: за одне внесення до рослини подається лише один компонент, складність рівномірного внесення, велика злежуваність солей. Таких недоліків позбавлені комплексні гранульовані добрива. Для виробництва мінеральних добрив використовують гранулятори, які мають різні способи грануляції. Застосування способів грануляції обумовлене тим, що в багатьох країнах проводиться виробництво мінеральних добрив, в тому числі: хлориду калію, сульфату амонію, нітрату калію, фосфорнокалійних добрив. При грануляції мінеральних добрив, зокрема, сульфату амонію, не весь матеріал, що викристалізувався на поверхні частинок закріплюється на них. Азотні добрива гранулюються шляхом диспергування розплаву у пустотілих грануляційних баштах. Розчин таких добрив спочатку випарюють, а потім подають до такої башти, яка продувається повітрям у режимі протитечії. Утворені гранули подаються на охолодження. Така технологія робить неможливим створювати комплексні добрива.

Краще себе зарекомендували добрива, які створені шляхом псевдозрідження. Розчин сульфату амонію подається до гранулятора з псевдозрідженим шаром, в якому проводиться зневоднення та сушіння розчину з отриманням готового продукту у вигляді гранул сферичної форми діаметром 1,8-3,5 мм. Готовий продукт вивантажується в сепаратор і після охолодження до температури 30-40°C подається на фасовку. Відпрацьований теплоносій виводиться в атмосферу.

Процеси грануляції пов’язані зі зміною агрегатного стану поділяються на такі класи:

-з газової фази – конденсацією (десублімацією) з утворенням твердих гранул;

-з рідкої фази – з наступною кристалізацією розчиненої речовини при зневодненні або охолодженні;

-з твердої фази – пресуванням з наступним подрібненням утворених брикетів до гранул заданих розмірів;

-з суміші рідкої та твердої фаз – агломерацією порошків з наступним обкатуванням агломератів та зміцнення зв'язків між частинками при видаленні рідкої фази.

До найважливіших властивостей матеріалів, що визначають ефективність грануляції, належать: змочування, теплоємність та теплопровідність, хімічний потенціал та опір пластичним деформаціям.

При сушінні розчинів у однорідному псевдозрідженому шарі частина вихідної речовини не закріплюється на поверхні гранул у шарі, а утворює нові центри грануляції. Процес імпульсивного нанесення тонких плівок на поверхню супроводжується кристалізацією на частинках у вигляді тонких шарів кристалів. Ріст гранул відбувається за умови збільшення сил адгезії крапель рідини з твердими частинками.

Очевидно, що поряд з утворенням нових центрів грануляції і ростом їх розмірів по мірі нашарування на поверхню тонких плівок в псевдозрідженому шарі можливий ріст гранул за рахунок агломерації окремих частинок внаслідок дії сил зчеплення між частинками в момент їх зіткнення при наявності плівки рідини або її залишків на одній з них. При надлишку рідини на поверхні частинки, адгезій ні сили та сили інерції руху спричиняють утворення агломератів. При наступній кристалізації речовини з рідкої фази утворюються кристалічні скупчення агломератів, які міцно з'єднують частинки у великі агломерати. Якщо утворені агломерати мають недостатню міцність, тоді вони діляться на менші агломерати під час інтенсивного руху у псевдозрідженому шарі.

Таким чином, грануляція у псевдозрідженому шарі супроводжується складними тепломасообмінними і гідродимічними процесами росту гранул, які додатково підсилюють утворення нових центрів грануляції, при одержанні готового продукту заданого дисперсного складу.

Необхідно розробити фізичну та математичну моделі процесів течії теплоносіїв та теплообміну, вибрати та обґрунтувати методи розв'язання математичної моделі, модернізувати лабораторну установки для дослідження процесів гідродинаміки та теплообміну, провести лабораторні дослідження, обробити та узагальнити результати, розробити конструкцію апарата для виробництва комплексних гумусних добрив.

Перелік посилань:

1. Я.М. Корнієнко. Технічні способи грануляції. Навч. Посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 128 с.

УДК 532.137: 666.97

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ФІБРОБЕТОННИХ ТРУБ

к.т.н., доц. Андреєв І.А., магістрант Комкіна Н.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Досвід практичного застосування показує, що використання фібробетону технічно й економічно вигідно в ряді конструкцій, особливо тонкостінних за рахунок високих міцностних характеристик композиції.

Заміна фібробетоном армоцементу чи звичайного залізобетону дозволяє ліквідувати арматурні роботи, знизити металоємність і матеріалоємність конструкцій. У порівнянні з азбестоцементними виробами фібробетонні мають найбільш високу ударну в'язкість. Крім того, усуваються обмеженість сировинних джерел і шкідливий вплив азбесту на організм людини.

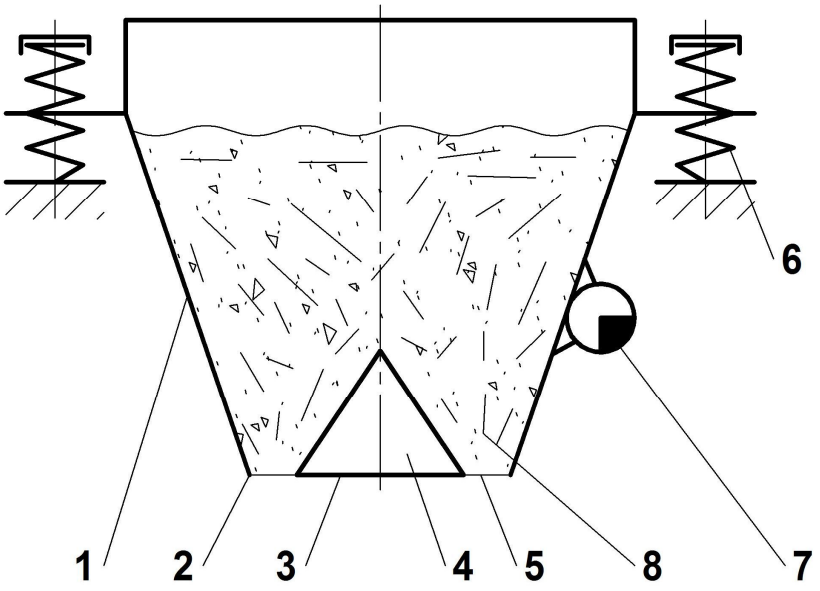
У процесі шнекової екструзії фібри частково руйнуються, що зменшує міцність труб. Відцентрова технологія виготовлення потребує складного обладнання. Виготовлення фібробетонних труб на обладнанні, яке є характерним для підприємств збірного залізобетону, не враховує особливостей дисперсного армування.

Серед існуючих сьогодні способів дисперсного армування бетону найбільш ефективним є віброекструзійний спосіб. Процес виготовлення виробів проводиться у вібраційному полі. Коливання на перероблювальну масу передаються крізь стінки бункера віброекструдера. Головною особливістю вібрації, як однієї з різноманітних форм механічних впливів, являється можливість передачі великого імпульсу енергії системі при малій амплітуді її зміщення за період коливань. Крім цього, тільки вібраційне поле дозволяє створити в висококонцентрованих дисперсних системах об’ємний динамічний стан з будь-яким регульованим рівнем ізотропного руйнування структури по всьому об'єму системи. Тому, використання зовнішніх механічних вібраційних впливів є найбільш ефективним в технології бетонних сумішей і дозволяє переробляти системи з допустимо високою міцністю первинної коагуляційної структури. Орієнтація фібр і їх змішування з розчином здійснюється з плином композиційного матеріалу за рахунок деформацій зсуву, які виникають в каналі бункера віброекструдера і залежать від геометрії останнього. Віброекструзія дозволяє найбільш ефективно використовувати дисперсну арматуру і підвищувати її вміст у виробі.

Але за цим способом до цього часу здійснюється формування тільки плоских і профільних виробів незамкнутого профілю.

Авторами запропонований віброекструдер для формування

фібробетонних труб [1], який містить бункер у вигляді перевернутого зрізаного конуса, який своїми нижніми крайками разом з нижніми крайками розподільного конуса утворює роздавальне кільцеве вікно (рис.). Розподільний конус жорстко закріплений до бункера таким чином, що нижні крайки бункера і нижні крайки розподільного конуса знаходяться на одному рівні, а переріз роздавального кільцевого вікна відповідає перерізу формованої труби. Сам бункер встановлено на пружні зв'язки, а до стінки бункера закріплений збудник коливань.



1 – бункер; 2,3 – нижні крайки; 4 – розподільний конус; 5 – роздавальне кільцеве вікно; 6 – пружні зв'язки; 7 – збудник коливань; 8 – кільцевий канал

Рис. - Поздовжній переріз віброекструдера

Запропоноване конструктивне виконання віброекструдера забезпечує кращу якість фібробетонних труб при меншій металоємності конструкції пристрою.

Перелік посилань:

1. Заявка на деклараційний патент України на корисну № u201012272 від 18.10.10. Пристрій для формування фібробетонних труб / авт. винах. Андреєв І.А., Комкіна Н.В.

УДК 668.5.66.002.8

ПРОЦЕС ОДЕРЖАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТІВ

д.т.н., проф. Корнієнко Я.М. магістрант Косянчук В.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Використання псевдозрідженого шару дозволяє гранулювати продукт в одному апараті, поєднавши такі процеси: випарування, кристалізація, фільтрація, сушка. [1]

Мета: процес утворення багатошарових органо-мінеральних твердих композитів. На рисунку 1 показаний механізм утворення багатошарових твердих механізмів[2].

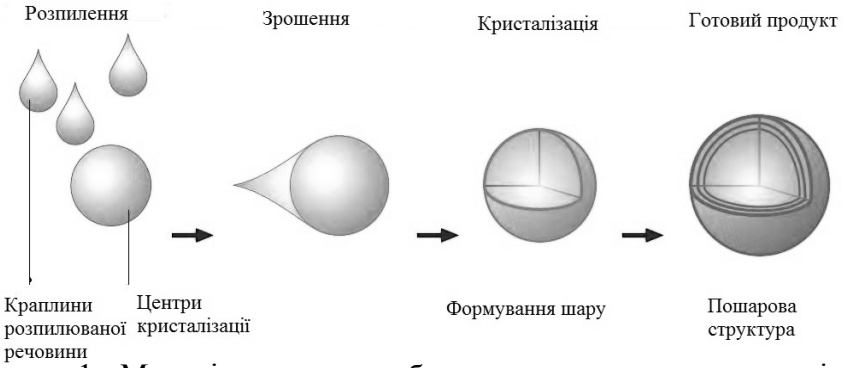


Рисунок1 - Механізм утворення багатошарових твердих механізмів

Перевагами композитів з пошаровою структурою є: рівномірний розподіл макро- і мікродомішок по всьому об’єму матеріалу, відсутність пилу при транспортуванні, гранули сфероподібні з d=1,5…4,5мм, хороша здатність до дозування, компактна структура, незначна гігроскопічність, висока насипна густина, щільна поверхня, повільна деструкція, вузький гранулометричний склад, стирання [2]. При отриманні гуміново-мінеральних добрив суттєвою перевагою пошарової структури є те, що гранула добрива має пролонговану дію і забезпечує живлення рослин на весь період їх вегетації, що є для них життєво необхідним.

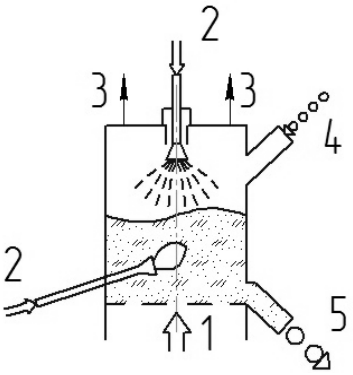
Об’єкт дослідження: процес зневоднення розчинів в апаратах псевдозрідженого шару.

Задачі дослідження:

1. Сформулювати фізичну та математичну модель розподілу рідкої фази в об’ємі апарата для ефективного проведення процесу гранулоутворення із забезпеченням ізотермічної масової кристалізації.
2. Розробка конструкції та її експериментальна перевірка для ефективного проведення процесу.
3. Рівномірне нашарування твердої фази на центрах гранулоутворення при мінімальному часі перебування центрів гранулоутворення в зоні зрошення.

4.Енерго- та ресурсозбереження, проведення процесу з отриманням високоякісного продукту на прикладі дослідної установки.

Для цього потрібно збільшити концентрацію розчину. Це дозволить витрачати меншу кількість енергії на випаровування рідини та рівномірно розподілити тверду фазу по поверхні центра грануляції. Краще розподілення розчину по об'єму апарата дасть змогу ефективніше використовувати поверхню центрів гранулоутворення, що буде запобігати перезволоженню, як наслідок агломерації окремих центрів і сприяти утворенню пошарової структури. Для цього необхідно в лабораторній установці крім подачі розчину в об'єм шару забезпечити подачу розчину на поверхню псевдозрідженого шару в протитоці теплоносію. Оскільки рух теплоносія з винесеним пилом(винос пилу становить 10-30% [3].) буде спрямованій назустріч руху розчину то краплинки розпилюваного розчину будуть захоплювати пил із потоку теплоносія. Внаслідок такого процесу відбувається збільшення концентрації розчину в апараті, зменшення виносу пилу та збільшення питомого зрошення центрів грануляції. Також запропоноване рішення забезпечить утворення нових центрів грануляції при контакті краплі з пилом, що є проблемою при високих термічних ККД установки (>60%). Це в свою чергу за рахунок швидшого росту гранул мінімізує їх час перебування в процесі, а отже кількість циклів зміни температури частинки та, що є головним зменшить вірогідність розколювання гранул і підсилить ефект нашаровування твердої фази на гранули. На рисунку 2 зображена запропонована принципова схема апарата.



1 - зріджуючий агент, 2 - вхідний розчина, 3 - відпрацьовані гази,
4 - ретур, 5 - готовий гранульований продукт
Рисунок 2

Перелік посилань:

1.О.М. Тодес, Ю.Я. Каганович, С.П. Налимов, А.Д Гольцикер, В.А. Себалло, Д.И. Фридман, М., «Металлургия», 1973, 288с.
2.Инновационные технологии получения гранулята и пеллет. Компания Glatt.
3.Я.М. Корнієнко. Технічні способи грануляції. Навч. Посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 128с.

УДК 678.027.3-036.5

ПРОЦЕС ОХОЛОДЖЕННЯ ЕКСТРУДОВАНИХ ГЛАДКОСТІННИХ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

д.т.н., проф. Мікульонок І. О., аспірант Вознюк В. Т.,
магістрант Кравченко Ю. О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Пошук науково обґрунтованих засад роботи обладнання у хімічних і нафтопереробних виробництвах останнім часом направлений на зменшення ресурсо- та енергоємності. Одним з найбільш широко застосовуваних ресурсів у цих виробництвах є вода.

Наприклад, під час виробництва полімерних труб екструзією використовується значна кількість води у якості холодоагенту, особливо для охолодження труб великого діаметра. Охолодження труб здійснюють у ваннах зрошення, під час виготовлення труб малого діаметра і шлангів охолодження здійснюють зануренням у шар води.

В умовах діючого виробництва підбір параметрів роботи системи охолодження зазвичай базується на наборі великого об’єму практичних даних, що при зміні умов роботи може призвести до нераціонального застосування великих обсягів води.

Перспективним шляхом підвищення ефективності охолодження полімерних труб є застосування двостороннього охолодження. У праці [1] для охолодження внутрішньої поверхні труби запропоновано застосовувати повітряно-водяну суміш (ПВС), що отримують під час розпилення дрібнодисперсної води в потоці повітря.

Дослідження довели ефективність охолодження повітряно-водяною сумішшю, що можна пояснити насамперед фазовим переходом дрібнодисперсної води [2]. Під час такого процесу витрачається порівняно менша кількість води, ніж за звичайного розпилення води форсунками, що звичайно застосовують для охолодження зовнішньої поверхні труби.

Однак тепловіддача від поверхні полімерної труби під час охолодження ПВС не достатньо досліджена, що призводить до значних похибок під час моделювання процесу.

На кафедрі машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» розроблено експериментальну установку для дослідження процесу охолодження полімерних труб повітряно-водяною сумішшю.

Метою роботи є дослідження охолодження полімерних труб повітряно-водяною сумішшю з розробкою наукових засад процесу, що

дасть можливість визначити раціональні параметри роботи елементів системи охолодження.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

1. Проаналізувати та узагальнити методи охолодження полімерних труб, обґрунтувати доцільність застосування ПВС.
2. Розробити загальні засади моделювання охолодження полімерних труб з застосуванням ПВС.
3. Визначити вплив конструктивних і технологічних параметрів обладнання на показники процесу охолодження полімерних труб із застосуванням ПВС, а також потребу і ступінь врахування кожного з них під час розроблення відповідних математичних моделей.
4. Розробити математичну модель та алгоритм розрахунку системи охолодження полімерних труб із застосуванням ПВС у процесі їх виготовлення екструзією.
5. Експериментально дослідити процес охолодження полімерних труб з застосуванням ПВС для перевірки адекватності математичної моделі процесу та встановлення значень основних режимних параметрів процесу (питоме теплове навантаження, коефіцієнт тепловіддачі).
6. Розробити рекомендації із впровадження ресурсоефективного процесу і обладнання охолодження полімерних труб з застосуванням ПВС.

Об’єктом дослідження передбачається взяти процес виготовлення полімерних труб екструзією,а предметом дослідження – параметри охолодження полімерних труб із застосуванням повітряно-водяної суміші.

Перелік посилань:

1. Пат. № 49468 Україна МПК (2009) В 29 С 47/88 Пристрій безперервного формування полімерної труби / Вознюк В. Т., Мікульонок І. О. ; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» . — № u200912606 ; заявл. 04.12.2009 ; опуб. 26.04.2010, бюл. № 8.
2. Вознюк В. Т. Експериментальні дослідження двостороннього охолодження полімерної труби / В. Т. Вознюк, І. О. Мікульонок // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2010. — № 1(5). — С. 4—7.

УДК 539.217

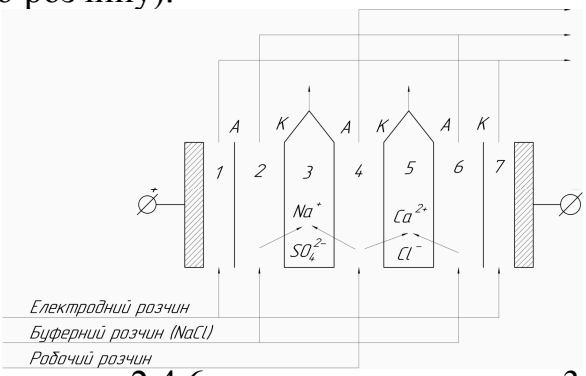
ПЕРЕРОБКА СТІЧНИХ ВОД ЕЛОУ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗОМ

д.х.н., проф. Кучерук Д.Д., магістрант Красуленко І.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Стічні води електрознесолюючих установок нафти (ЕЛОУ) нафтопереробних заводів (НПЗ) характеризуються високою мінералізацією (2…8 г/дм³). У стічних водах ЕЛОУ міститься також велика кількість нафтопродуктів, фенолу, завислих і поверхнево-активних речовин. Скид таких стічних вод у водойми викликає забруднення поверхневих вод і робить їх непридатними для питного водопостачання. Тому стічні води ЕЛОУ підлягають перед скидом у водойми беззастережному знесоленню та очищенню від інших шкідливих забруднень.

Для знесолення стічних вод НПЗ знайшли використання термічні методи. Ступінь вилучення води при випаровуванні складає 90…95 %, інша її частина виділяється при сущці концентрованого солевого розсолу (ропи). Однак, використання цього методу пов’язане із значними економічними витратами. Тому метою представленої роботи є визначення доцільності використання електродіалізу для переробки стічних вод ЕЛОУ.

Як відомо [1], на вилучення із розчину 1 кг солі електродіалізом необхідно витратити приблизно 1 кВт·год електроенергії, що значно менше, ніж при випаровуванні. Однак, при використанні для цієї мети традиційних електродіалізаторів, в яких здійснюється подача вихідного розчину в камери знесолення та концентрування, неможливо досягти високої концентрації розсолів (всього в 3…5 разів по відношенню до концентрації вихідного розчину).



1,7 – електродні камери; 2,4,6 – камери знесолення; 3,5 – камери концентрування;
А і К – іонообмінні мембрани МА-40 і МК-40
Рисунок 1 – Схема електродіалізатора для переробки стічних вод ЕЛОУ

У роботах [2,3] показано, що при знесоленні розчинів електродіалізом можна збільшити концентрацію розсолів, якщо не здійснювати подачу вихідних розчинів у камери концентрування. Це

виключає розбавлення розсолів вихідними розчинами, а вода в камери концентрування надходить тільки з гідратованими іонами, що мігрують крізь іонообмінні мембрани під дією поля постійного електричного струму. На рисунку 1 показана схема такого електродіалізатора, а на рисунку 2 – результати знесолення електродіалізом розчину солі NaCl з концентрацією 8 г/дм³, що відповідає солевмісту стічних вод ЕЛОУ.

Із рисунку 2 видно, що при щільності струму 4 А/дм² зі збільшенням тривалості електродіалізу до 2,5 год при температурі 22…27ºС зменшується концентрація знесоленого розчину (ділюату) до 0,9 г/дм³, що відповідає нормі ГДК на скид у водойми. При цьому солевміст розсолу зростає до
130 г/дм³. Встановлено також, що зі збільшенням концентрації вихідного розчину і щільності струму відповідно зростає і зменшується солевміст ділюату при збільшенні в обох випадках солевмісту розсолу.
Таким чином, отримані результати вказують на доцільність використання методу електродіалізу для знесолення стічних вод ЕЛОУ і значного концентрування розсолів. Це дозволить не тільки збільшити вихід ділюату, але й забезпечить подальшу ефективну переробку розсолу на окремі солі, наприклад, кристалізацією.

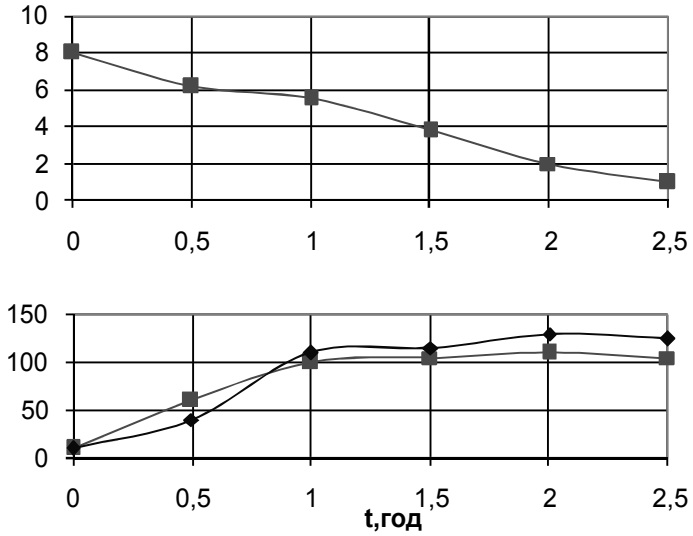


Рисунок 2 – Вплив тривалості експерименту *t* та концентрацію на концентрацію знесоленого розчину $C_з$ і розсолів $C_р$ (1,2) третьої (1) і п'ятої (2) камер концентрування

Перелік посилань:

1. Електродиализ. Гребенюк В. Д. «Техника», 1976,160 с.
2. Комплексная переработка шахтных вод/ А. Т. Пилипенко, И. Т. Гороновский, В. Д. Гребенюк и др., Под ред. А. Т. Пилипенко. – К.: Техника, 1985. – 183 с., ил. –
3. Комплексные технологические схемы електродиализного обессоливания и концентрирования промышленных и природных вод/ Ю. М. Хожанков. – Хим. пром., 1995, №9, с. 29…34.

УДК 628.5:66.002.8

ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ ТОРФУ

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

Внесення мінеральних добрив в поєднанні їх з використанням гумінових речовин сприяє підвищенню ефективності добрив на 40%, тобто кращому засвоєнню їх рослинами, що відіграє важливу екологічну роль, адже не спожиті розчинені добрива потрапляють в ґрунтові підземні води і забруднюється довкілля, що недопустимо.

Для отримання комплексних добрив, що містять гумінові складові до розчину сульфату амонію додають розчин гумінових солей, які отримані з торфу і суміш подають на грануляцію в псевдозрідженому шарі.

Процес грануляції – це процес переробки матеріалів в частинки геометрично правильної, однакової форми та однакової маси[1]. Даний процес являється дуже важливим в хімічній, металургійній, фармацевтичній та інших галузях. Ефективність процесу грануляції залежить від механізму гранулювання, а останній, в свою чергу, від способу проведення процесу[2].

Класифікація механізмів грануляції:

1.Грануляція обкатуванням.

2.Грануляція пресуванням.

3.Грануляція екструзією.

4.Грануляція кристалізацією краплинок рідини.

5.Грануляція кристалізацією на поверхні частинок.

Найефективнішим із механізмів гранулоутворення є грануляція кристалізацією на поверхні частинок, який забезпечується методом грануляції в псевдозрідженому шарі.

Даний спосіб має такі переваги:

- Невелика габаритність та висока продуктивність установки;
- Правильна сферична форма отриманих гранул;
- Можливість отримання необхідного гранулометричного складу;
- Максимальна степінь контакту між твердими частинками псевдозрідженого шару з теплоносієм.

Відомо, що ріст гранул відбувається при збільшенні сил адгезії крапель рідини з твердими частинками.

Існує два варіанти росту гранул:

-збільшення центрів грануляції по мірі нашарування на поверхню тонких плівок в псевдозрідженому шарі;

-ріст гранул за рахунок агломерації окремих частинок, що відбувається при надлишку рідини на її поверхні за рахунок сил інерції та адгезій них сил.

Процес грануляції у псевдозрідженому шарі супроводжується складними тепломасообмінними і гідродинамічними процесами росту гранул, які додатково підсилюють утворення нових центрів грануляції.

В роботі буде проведена розробка математичної та фізичної моделі процесів течії теплоносіїв та теплообміну, вибір та обґрунтування методів розв'язання математичної моделі, проведення лабораторних досліджень, обробка та узагальнення результатів, розробка конструкції апарата для виробництва комплексних гумусних добрив, модернізація лабораторної установки для дослідження процесів гідродинаміки та теплообміну.

Перелік посилань:

1.http://ru.wikipedia.org/ від 23.10.2010.
2.Я.М.Корнієнко. Технічні способи грануляції. Навч. Посібник.-К.:ІЗММ, 1997-128с.

УДК678.748-2

СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ДОЗУВАННЯ РОЗПЛАВІВ ПОЛІМЕРІВ

к.т.н., доц. Швед М.П., магістрант Петренко О.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Екструзія – це безперервний процес переведення матеріалу з твердого у в'язкотекучий стан з наступним продавлюванням розплаву через формуючий інструмент, профіль якого визначає конфігурацію і геометричні розміри виробу.

У промисловості переробки полімерів методом екструзії виготовляють різні вироби: труби, листи, плівки, оболонки кабелів і т.і.

Для отримання виробів високої якості необхідно, щоб робота екструдера і процеси, які проходять в ньому, були стабільними і протікали в рівноважному режимі. Однак, практично це важко реалізується через ряд факторів від яких залежать продуктивність екструдера і якість екструдата.

Процес, який проходить в екструдері, достатньо складний. Це обумовлюється різноманіттям властивостей сировини, наявністю різних технологічних операцій, тісно пов'язаних між собою, а також рядом регульованих і нерегульованих зовнішніх факторів, які і визначають характер процесу екструзії(табл. 1).

Однією з найбільших проблем при екструзії є точність дозування розплавів полімерів, яка залежить від [1]:

-подачі сипучого матеріалу з завантажувального бункера;
-транспортування твердого матеріла в екструдері;
-коливань температури по зонам робочого циліндра;
-коливань температури шнека;
-коливань швидкості в роботі тягнучого пристрою;
-коливань частоти обертання шнека;
-тиску, створюваний шнеком екструдера.

Перевитрата сировини із-за коливань продуктивності в більшості звичайних екструдерах може сягати 6-8%. Для усунення нестабільності в роботі екструдера змінюють конструкцію шнека, встановлюють двигун, який би підтримував постійну частоту обертання шнека з відхиленням не більше 0,1%, особливі вимоги висуваються до тягнучого пристрою та системи керування температурою. Всі ці засоби вимагають значних капіталовкладень та лише частково вирішують поставлену задачу.

Іншим шляхом вирішення цих проблем може бути використання каскадних екструдерів, з можливістю автономного керування процесами і можливістю їх оптимізації [2]. У випадку модернізації існуючих технологічних ліній доцільно з метою покращення точності дозування використовувати дозуючі шестеренні насоси, які здатні забезпечити в

декілька разів кращу точність дозування, чим стандартні черв'ячні екструдери.

Сучасні шестеренні насоси для дозування розплавів полімерів здатні створювати тиск до 35 МПа з температурою розплаву до 320°С та продуктивністю до 2000 кг/год.

Таблиця 1 – Параметри, які характеризують і визначають процес екструзії

Властивості сировини		
Механічні	**Фізичні**	**Хімічні**
Форма і розмір гранул	Густина	Розподіл молекулярної маси
Сипучість	Питома теплоємкість	Вологість
Коефіцієнт тертя	В'язкість розплаву	Термостійкість
Технологічні операції		
Зона завантаження і плавлення	**Зона дегазації**	**Зона вивантаження**
Подача сировини	Дозування	Перемішування
Плавлення	Зняття напружень	Підтримка рівномірного температурного режиму
Стиснення	Дегазація	Фільтрування
Зовнішні фактори		
Геометричні розміри	**Потужність**	**Регульовані параметри**
Черв'як	Привід	Частота обертання черв'яка
Циліндр	Нагрівання	Температура
Формуючий інструмент	Охолодження	Час перебування матеріалу в екструдері

Перелік посилань:

1. Выявление и устранение проблем экструзии / К. Раувендааль, М. д. Пилар Норьега Е., Х. Харрис; Пер. С англ. под ред. Володина В.П. – СПб.:Прфессия, 2008. – 328 стр., ил.
2. Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів, І. О. Мікульонок; Н. В. Мурдід; Д. М. Швед; М. П. Швед. // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2009 р. – №2. – С. 74-77.

УДК 66.048.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ МАСООБМІННИХ КОЛОН

к.т.н., доц. Лукашова В.В., магістрант Рудакова В.А.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

У хімічній і нафтопереробній промисловості широко використовуються колонні апарати з клапанними тарілками, перевагою яких є забезпечення стабільних гідродинамічних і масообмінних характеристик за рахунок саморегулювання вільного перетину для проходу газу (пари) при зміні його швидкості в апараті.

Розробка вдосконалених конструкцій клапанних тарілок масообмінних апаратів, їх виготовлення та впровадження в промисловість ускладнюється відсутністю єдиної загальноприйнятої методики розрахунку гідродинамічних та тепломасообмінних параметрів, отже виникає необхідність у комплексному дослідженні гідродинамічних характеристик роботи тарілок за різних співвідношень витрат рідинної та газової фаз.

Дослідження гідродинамічних режимів здійснюють емпіричним та теоретичним шляхами. Застосування результатів емпіричного методу, що базується на експериментальних дослідженннях, обмежене типом контактних пристроїв, їх конструкцією та режимами руху для яких проводились дослідження. Теоретичні дослідження роботи масообмінних апаратів, що базуються на математичному моделюванні, є найбільш перспективними для створення нових або удосконалених вже існуючих конструкцій апаратів. Сучасні засоби розв’язку моделей та візуалізації процесів дозволяють значно підвищити якість, здешевити і пришвидшити проектування та впровадження апаратів у промисловість.

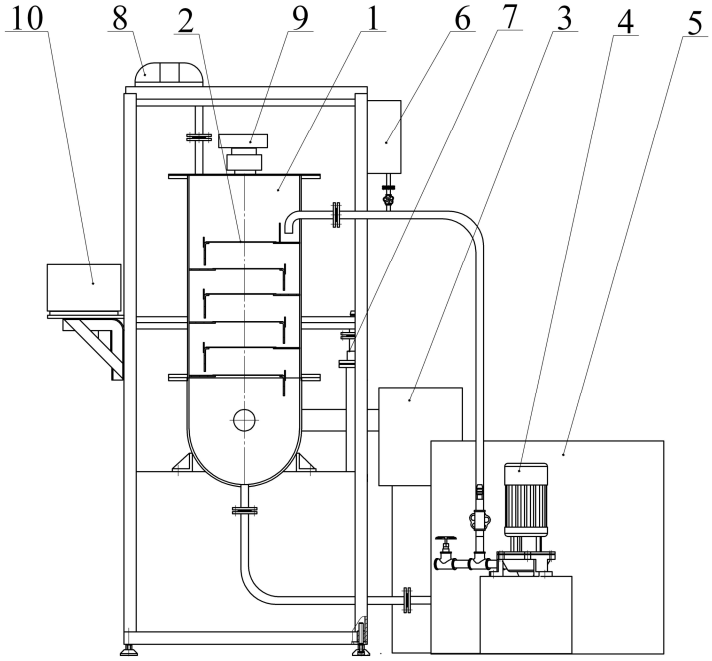
Для розробки математичної моделі, яка буде описувати гідродинаміку потоків на контактних пристроях масообмінних апаратів, необхідно визначити основні фактори впливу на процес.

Об’єктом даного дослідження є взаємодія потоків рідкої та газової фаз на контактних тарілках масообмінних колон. Предмет дослідження – вплив технологічних і конструктивних параметрів на ефективність роботи тарілчастих масообмінних апаратів.

Методи досліджень: фізичне і математичне моделювання гідродинаміки на клапанній тарілці та експериментальне дослідження, спрямоване на перевірку адекватності розроблених моделей.

Для перевірки адекватності математичних моделей розроблено установку для дослідження процесу гідродинаміки (рисунок 1), яка складається з апарату 1, корпус якого виготовлений із прозорого пластику.

В апараті розташовуються швидкозмінні тарілки 2 із можливістю регулювання відстані між ними.



1 – апарат; 2 – тарілки; 3,4 – насоси; 5 – бак; 6 – ємність для барвників; 7 – ротаметр; 8 – анемометр; 9 – апарат швидкісної фотозйомки; 10 – комп′ютер

Рисунок 1 – Схема установки для дослідження гідродинаміки масообмінних колон

Подача повітря та води у апарат забезпечується насосами 3 та 4 відповідно. Передбачено рециркуляцію води в установці, яка знаходиться в ємності 5 та байпасний злив для регулювання витрат рідини. Для візуалізації гідродинамічного режиму на контактних тарілках 2 передбачено введення барвників (трассерів) із ємності 6. Заміри витрат води та повітря здійснюються ротаметром 7 та анемометром 8. Передбачено проведення швидкісної фотозйомки камерою 9 та автоматична фіксація параметрів процесу за допомогою програмного пакета *LabVIEW* на комп′ютері 10.

Використання такої установки дозволить здійснювати дослідження гідродинаміки потоків на тарілках масообмінних апаратів для різних конструкцій контактних пристроїв та різних гідродинамічних режимів, і проводити верифікацію розроблених математичних моделей.

УДК 66.047.4/5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОЇ СУШКИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістрант Сіморозь Д.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Видалення вологи з твердих та пластоподібних матеріалів дозволяє знизити собівартість на їх транспортування, надати їм необхідних якостей, а також зменшити корозію апаратури і трубопроводів при зберіганні або при слідкуючій обробці цих матеріалів.

Вологу можна видаляти з матеріалів різними способами - віджимом, відстоюванням, фільтруванням, центрифугуванням, але більш повне обезводжування досягається шляхом випаровування вологи і відведення утворюваних парів, а саме з допомогою теплової сушки.

Цей процес широко використовується в хімічній та харчовій технологіях. Він часто являється останньою операцією на виробництві перед випуском готового продукту. При цьому попереднє видалення вологи зазвичай проводиться більш дешевим механічним способом, а кінцеве - сушінням. Такий комбінований спосіб видалення вологи дозволяє підвищити економічність процесу.

В хімічній та харчовій промисловостях, як правило, приміняється штучна сушка матеріалів в спеціальних сушильних установках, так як природне сушіння на відкритому повітрі - процес занадно тривалий. Окрім тривалості процесу природна сушка не забезпечує збереження всіх якостей продукту.

По своїй фізичній суті сушіння є складним дифузійним процесом, швидкість якого визначається швидкістю дифузії вологи з глибини висушуваного матеріалу в навколишнє середовище. Видалення вологи при сушінні зводиться до переміщення теплоти і вологи всередині матеріалу і їх перенесення з поверхні матеріалу в навколишнє середовище. Таким чином процес сушіння являється сумішшю пов'язаних один з одним процесів тепло- і масообміну.

За способами підведення теплоти до висушуваного матеріалу розрізняють наступні види сушки:

1) Конвективна сушка - шляхом безпосереднього контакту висушувано матеріалу з сушильним агентом, в якості якого зазвичай використовують нагріте повітря або топкові гази (як правило, в суміші з повітрям).
2) Контактна сушка - шляхом передачі теплоти від теплоносія до матеріалу через розділяючу перегородку.

3)Радіаційна сушка - шляхом передачі теплаинфрачервоним променями.
4)Діелектрична сушка - шляхом нагрівання в полі струмів високої частоти.
5)Сублімаційна сушка - сушка в замороженому стані при постійному вакуумі. За способом передачі теплоти цей вид сушки аналогічний контактнійй, але своєрідність процесу змушує сублімаційну сушку виділити в окрему групу.

Останні три види сушіння приміняються відносно рідко і зазвичай називаються спеціальними видами сушки.

Висушуваний матеріал при будь-якому виді сушіння знаходиться в контакті з вологим газом (в більшості випадків з повітрям). При конвективній сушці вологому газу (який являється сушильним агентом) належить основна роль в процесі.

Для висушування продуктів харчування, а зокрема овочів та фруктів використовується конвективна сушка. До числа основних задач технологічного розрахунку конвективних сушок відноситься визначення витрати повітря (газу) та теплоти на сушіння. Ці величини можуть бути знайдені як аналітичним, так і графоаналітичним шляхом (з допомогою зображення процесу на I-x діаграмі). Розрахунок сушарок з використанням I-x діаграми наглядний і дає достатньо точні для практичних цілей результати. Крім того він значно менш трудоємкий ніж аналітичний, і тому широко використовується в інженерній практиці. Аналітичний розрахунок приміняється лиш в окремих випадках, наприклад при необхідності уточнити результати розрахунку у випадку малих перепадів температур і вологовмісту сушильного агенту.

Перелік посилань:

1.Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. «Химия», Москва, 1971.-784 с.
2.Соколов В.Н., Яблокова М.А. Апаратура микробиологмской промишлености. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние. 1988-278 с.

ВІДЦЕНТРОВИЙ КЛАСИФІКАТОР ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ.

к.т.н. Серебрянський Д.О.
Інститут технічної теплофізики НАН України,
магістрант Семенюк М.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Виробництво дисперсних матеріалів з вузьким гранулометричним складом є важкодоступним завданням. Устаткування, що існує для цієї мети, надзвичайно громіздке, енергоємне, малоефективне і не забезпечує якість продуктів по багатьом показникам. У ряді випадків при виробництві дисперсних порошків необхідно забезпечити отримання кінцевого продукту вузького гранулометричного складу. Вживане в даний час для цих цілей устаткування засноване на відцентровій сепарації багатокомпонентного потоку. Більшість апаратів мають внутрішні рухомі елементи, які контактують з дисперсним середовищем [1].

Значно підвищити якість розділення дисперсних порошкових матеріалів можна за допомогою застосування відцентрового класифікатора нової конструкції. У основі апарату лежить система послідовно розташованих криволінійних каналів з однаковими кутами повороту (90) і рівними площами поперечних перерізів [2]. Канали утворюються двома плоскими стінками і циліндричними напівобичайками різної кривизни. Замкнутий контур виникає в двох сусідніх каналах за наявності ексцентриситету між осями обертання непарних і парних напівобичайок (рис.1).

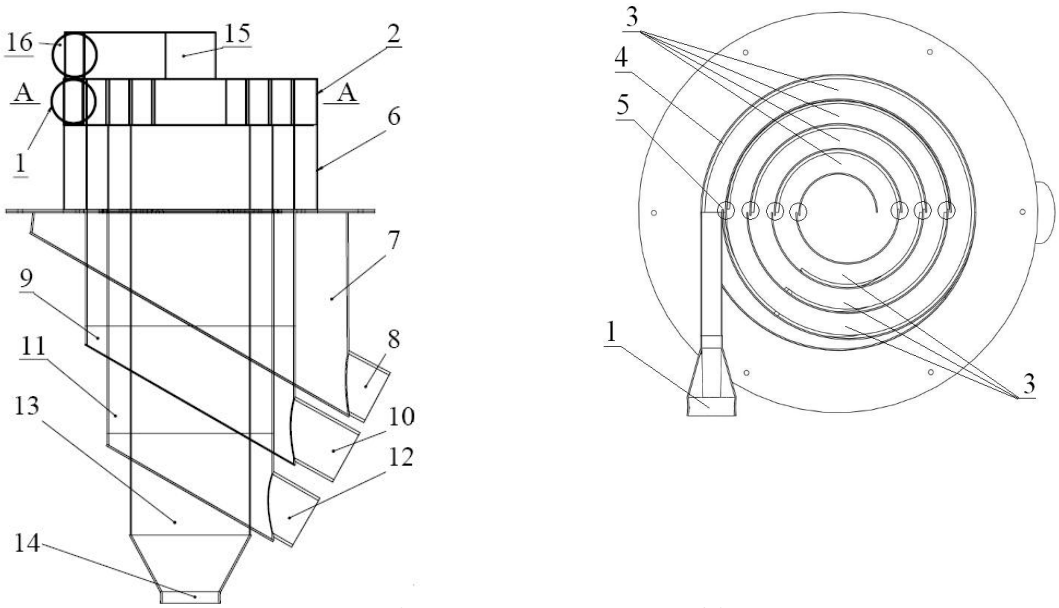


Рис.1. Відцентровий класифікатор

Відцентровий класифікатор працює таким чином: газовий потік з полідисперсним порошком по тангенціальному вхідному патрубку 1 поступає в камеру сепарації 2. Унаслідок руху по криволінійній траєкторії тверді частки концентруються на периферії кожного з каналів 3 і виводяться через зазори 5 з даного каналу в попередній по ходу руху потоку. Зі всіх криволінійних каналів полідисперсний порошок разом з частиною газу поступає через кільцеві щілини 4 у відповідних даним двом каналам бункер – збирач (7,9,11,13), де велика маса часток осідає, а ті фракції, що продовжують витати, повертаються через щілину в зону активної сепарації (канали) і знову сепаруються. У бункер 7 потрапляють найбільш грубі частки - з першого і другого каналів, в бункер 9 дрібніші частки з третього і четвертого каналів, в бункер 11 – з п'ятого і шостого каналів, в бункер 13 – найбільш дрібні частки з сьомого і восьмого каналів зони сепарації відцентрового класифікатора. Газовий потік, очищений від порошку, через розкручувач потоку 15 виводиться з апарату через патрубок 16.

В рамках виконання магістерської роботи «Процес класифікації порошкових матеріалів» планується: розрахувати, спроектувати і виготовити з листового металу дослідний зразок класифікатора, створити математичну модель фракціонування дисперсних порошків в класифікаторові, виробити експериментальні дослідження в лабораторних і промислових умовах, виробити чисельне моделювання за допомогою сучасних засобів комп'ютерно-обчислювальної аеродинаміки.

Перелік посилань:

1. А.И. Богданов. Механическое оборудование цементных заводов. МАШ ГИЗ. Москва 1961г. -381 с.
2. Серебрянський Д.О. Підвищення ефективності газоочистки теплових енергетичних установок. дис. к.т.н. Одеса – 2004. – 160 с.

УДК 621.577

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ АДСОРБЕРА-ДЕСОРБЕРА У СХЕМІ ТЕРМОХІМІЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

асистент Корінчук Д. М.,
Інститут газу НАН України
магістрант Степанюк Ю.М., магістрант Захлебняк М.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Переведення економіки країни на енергозберігаючий шлях розвитку та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів є пріоритетним завданням довгострокової енергетичної політики України. Одним з найбільш енергоємних і соціально значущих секторів економіки є теплопостачання. В цьому секторі споживається близько 40 % енергоресурсів, що використовуються в країні, з яких більш ніж половина приходиться на комунально-побутовий сектор.

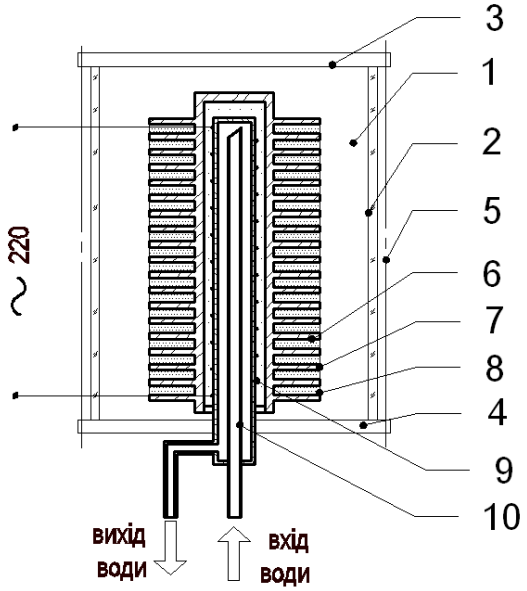
Одним з шляхів рішення задачі енергозбереження в комунально-побутовому секторі є використання надлишкової електроенергії (в нічний час) для опалювання. Проблема полягає в тому, що цю надлишкову електроенергію складно акумулювати. Традиційні підходи пропонують застосування теплових акумуляторів на основі матеріалів з високою теплоємністю або фазовим переходом «тверде тіло – рідина». Проте такі акумулятори мають надмірно великі розміри, до того ж існують проблеми, пов’язані з забезпеченням стабільної роботи теплових акумуляторів з фазовими переходами.

Для впровадження термохімічних акумуляторів в практику необхідно розробити інженерну методику розрахунку і проектування таких систем, що вимагає проведення експериментальних досліджень з вивчення кінетики адсорбційно-десорбційних процесів і визначення енергоємності сорбентів при різних температурних параметрах циклу, а саме різних співвідношеннях температур випаровування, конденсації, сорбції та десорбції.

Головним елементом термохімічного трансформатора є адсорбер-десорбер, який здатен в безперервному режимі виробляти теплову енергію проміжного потенціалу, періодично споживаючи енергію високого потенціалу, наприклад електричну, і низькопотенційну енергію довкілля.

Адсорбер-десорбер (рисунок 1) призначений для періодичної роботи в режимі сорбції або десорбції. Апарат виконаний в герметичному корпусі 1 з прозорою скляною обичайкою 2, яка затиснута двома торцевими фланцями 3, 4, що з’єднуються вертикальними різьбовими шпильками 5. На нижньому фланці 4 розташований робочий орган – сорбційна касета 6,

яка виконана з оребреної труби 7, міжреберний простір якої заповнений сорбентом. Зовнішня поверхня сорбційної касети покрита металевою сіткою 8. В внутрішньому просторі оребреної труби розташовані електричний нагрівач 9 та теплообмінник-охолоджувач 10. Верхній фланець 3 має герметичні вводи для датчиків температури та тиску, а також сильфонний вентиль для підключення вакуумної помпи.



1 –корпус герметичний, 2 – прозора скляна обичайка,
3,4 – фланці, 5– шпилька, 6 – сорбційна касета, 7 – оребрена труба,
9 –електричний нагрівач, 10 – теплообмінник-охолоджувач.
Рисунок 1 – Схема адсорбера-десорбера

Енергетичні характеристики адсорбційного термохімічного акумулятора значною мірою залежать як від температурних параметрів його функціонування – співвідношення температур сорбції, десорбції, конденсації і випаровування, так і від конструкційних параметрів, в тому числі від висоти шару сорбенту, тому дослідження тепломасообмінних характеристик апарату є актуальними для розробки енергоефективних апаратів.

Перелік посилань:

1.Брунауэр С., Адсорбция газов и паров, пер. с англ., т. 1, М., 1948;
2.де Бур Я, Динамический характер адсорбции, пер. с англ., М., 1962;
3.Адсорбция и пористость, под ред. М. М. Дубинина [и др.], М., 1976;
4.Кельиев Н. В., Основы адсорбционной техники, 2 изд., М., 1984;
5.1984; Young D.M., Crowell A.D., Physical adsorption of gases, L., 1962.

УДК 628.5:66.002.8

ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

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

В теперішній час одним з найперспективніших методів інтенсифікації хіміко-технологічних процесів і збільшення ефективності обладнання визнаються методи, що базуються на використанні комплексів фізико-хімічних ефектів, які використовують внутрішні та зовнішні джерела енергії.

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) використовуються для обробки таких систем, як «рідина-рідина», «рідина – тверде тіло» та «газ – рідина», вони зарекомендували себе як продуктивні та економічні пристрої для гідромеханічних та масообмінних процесів в різних галузях промисловості: в хімічній вони використовуються для одержання дисперсій та емульсій, інтенсифікації масообмінних процесів; в фармацевтичній та косметичній – для екстрагування цінних речовин з рослинної сировини, приготування вітамінних препаратів, кремів, мазей, тощо; в харчовій – для змішування та гомогенізації молочних, соєвих та інших продуктів.

Разом з цим, РПА мають достатньо просту конструкцію, вони надійні і прості в експлуатації. Низька питома енергоємність РПА обумовлена тим, що рідина, яка оброблюється, є одночасно і джерелом і об’єктом гідромеханічного впливу. В РПА відсутні проміжні трансформатори енергії, механічна енергія безпосередньо переходить в енергію потоку, завдяки чому ККД дії апарату достатньо високий.

РПА мають широкий спектр факторів впливу:

-механічний вплив на частинки гетерогенного середовища, які полягають в ударних, зрізаючих і стираючих навантаженнях і контактах з робочими органами;

-гідродинамічний вплив, який виражається в великих зсувних напруженнях в рідині, розвиненій турбулентності, пульсаціях тиску і швидкості потоку рідини;

-гідроакустичний вплив на рідини здійснюється за рахунок дрібномасштабних пульсацій тиску, інтенсивної кавітації, ударних хвиль і вторинних нелінійних акустичних ефектів.

Основні фізико-механічні ефекти, які мають місце при роботі РПА [1]:

1.Турбулентність – інтенсивне перемішування рідини, пульсації швидкості й тиску в рідині при її течії.

2.Кавітація – розрив суцільності рідини під дією розтягуючих напружень, які призводять до утворення пузирів, наповнених газом чи парою.

3.Кумулятивний ефект – посилена в певному напрямі дія різкої зміни тиску (вибух, схлопування пузирів і т.п.)

4.Гідроудар та акустичний ефект – результат різкого зміни тиску в рідині, визваної миттєвою зміною швидкості її течії в каналі.

5.Трибоефект – перетворення механічної енергії в теплову при відносному русі тіл і фаз.

Широке розповсюдження та порівняно невелика кількість досліджень процесів, що протікають в РПА зумовлюють необхідність в проведенні системних досліджень, спрямованих на визначення критеріїв вибору конкретних конструкцій та їх розрахунку, надання рекомендацій щодо інтенсифікації технологічних процесів обробки.

Перелік посилань:

1.Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа. Теория и практика. – М.: Машиностроение, 2001. – 247 с.

УДК 621.78

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮ ВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ ПЕРЛІТУ.

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

Спучений перліт – один з природних, екологічно чистих матеріалів багатоцільового призначення. Спучений перліт з закритою пористістю має високі теплоізоляційні властивості, високу міцність на стиск, низьке водопоглинання [1] і використовується в якості теплоізоляційного будівельного матеріалу.

Проблемою виробництва високоякісного спученого перліту для використання в будівельній індустрії є отримання визначеної кількості зв'язаної вологи перед процесом спучування. Так, для отримання спученого перліту з закритою пористістю вологість матеріалу перед процесом спучування має становити 3,7 - 2% [2, 3]. Проведені дослідження кінетики дегідратації перліту [4].

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку математичної моделі процесу тепло-масообміну перліту в псевдозрідженому шарі (термопідготовка та спучування сировинного матеріалу).

У літературі існує значна кількість робіт з дослідження тепло-масообміну при виробництві пористих теплоізоляційних матеріалів, виконаних теоретично та експериментально. Представлені також і дослідження в сфері розробки технологій одержання спученого перліту, які на жаль не завжди можна застосовувати через неточності.

До особливостей тепло-масообміну матеріалів відносяться значення температури сировини, її початкової вологості, температури сушильного агента, швидкість руху сушильного агента, час перебування матеріалу в апараті тощо.

Для визначення оптимальних режимів проведення процесу і раціональних технічних параметрів відповідного обладнання необхідна надійна теоретична база – кількісний опис взаємопов'язаних процесів тепломасопереносу в матеріалах при визначених граничних умовах на їх поверхні. Для отримання такого опису, в свою чергу, є необхідними системні теоретичні дослідження за вказаним напрямком.

Перелік посилань.

1. А.В. Жуков, И.Я. Бейвель, О.П. Кашперовская и др. Материалы и изделия на основе вспученного перлита - М. Строй. издат., 1972.

2. Крупа А.А. Физико-химические основы получения пористых материалов из вулканических стекол. – К.: Вища школа, 1978. – 136 с.
3. Костогрыз К.П., Хвастухин Ю.И., Алексеева Л.В. Термоподготовка сырья в псевдоожиженном слое – средство регулирования качества перлитового песка // Строительные материалы и изделия. – 2005, №6, С. 17 – 21.
4. Хвастухин Ю.И., Костогрыз К.П., Роман С.Н., Алексеева Л.В. Кинетика дегидратации перлита в псевдоожиженном слое.// Строительные материалы и изделия. – 2005, № 3-4, С.

УДК 504.054: 546.17: 632.151: 669.2

ПРОЦЕС ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ БРУХТУ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

к.т.н., доц. Ільєнко Б.К., магістранти Шпиль М.О., Гета В.В.
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

Розвиток промисловості та енергетичних виробництв неминуче спричинює забруднення атмосфери, рівень забруднення в свою чергу визначається технологічною досконалістю процесу. В наш час, в багатьох країнах, рівні забруднюючих викидів перевищують величини, до яких може адаптуватись організм людини і біосфера в цілому.

У викидах підприємств по переробці брухту кольорових металів значну частину складають окиси азоту. Як правило на підприємствах передбачені технологічні вузли очищення викидів від окисів азоту. Однак, найбільш ефективними з них є деструктивні, в ході яких зв'язаний азот знову повертається в елементарний стан.

Оксид азоту не вважається небезпечним забруднювачем зважаючи на велику величину ГДК - 300 мг/м^3. Він може реагувати з атомом кисню, утворюючи оксид азоту $N_2O + O_2NO$.

Наведена реакція протікає в стратосфері і призводить до руйнування озонового шару. Незважаючи на те, що викиди N_2O не є основною причиною глобального потепління і руйнування озонового шару, виробники в усьому світі погодилися істотного зменшити викиди N_2O вже найближчим часом [1]. Україна є учасником міжнародних угод щодо захисту навколишнього природного середовища і перед промисловими підприємствами може бути різко поставлено завдання скорочення викидів N_2O.

У країнах СНД в даний час викиди, що містять N_2O (виробництво адипінової кислоти), знешкоджують в печах в полум'ї горіння метано-повітряної суміші. Спосіб характеризується витратами енергоресурсів, викидами в атмосферу продуктів неповного окиснення метану, монооксиду вуглецю, оксидів азоту. Найбільш близьким по технічній сутності і досягається результату до передбачуваного є спосіб каталітичного окислення [3]. Недоліком є високий вміст закису азоту в очищеному газі (6,65-1,85%).

З метою зниження витрат на знешкодження викидів, що містять N_2O, і поліпшення екологічної обстановки були проведені дослідження з каталітичного розкладання окису азоту: N_2O на $N_2 + O_2$.

Досліди проводили в реакторі проточного типу внутрішнім діаметром 55 мм і висотою 0,5 м. Підтримання необхідної температури

здійснюється електропідігрівачем. У трубу, що подає газ на очищення в реактор, подавали окис азоту, повітря, вуглеводні в заданій кількості. Газ, що очищають, подають в нижню зону реактора. Каталізатор завантажують в середню частину реактора. На основі отриманих результатів видно, що проведення процесу розкладання окису азоту на алюмопаладієвому каталізаторі при подачі в газ, що очищається, вуглеводнів у кількості 0,005-0,030% об. досягається ступінь розкладу 98,3-99,9%.

Таким чином, поставлена мета досягається розробленим способом очищення газових викидів від закису азоту, що полягає в тому, що газ проходить через шар каталізатора, причому в газ, що очищається, подається 0,005-0,030% вуглеводнів.

Перелік посилань:

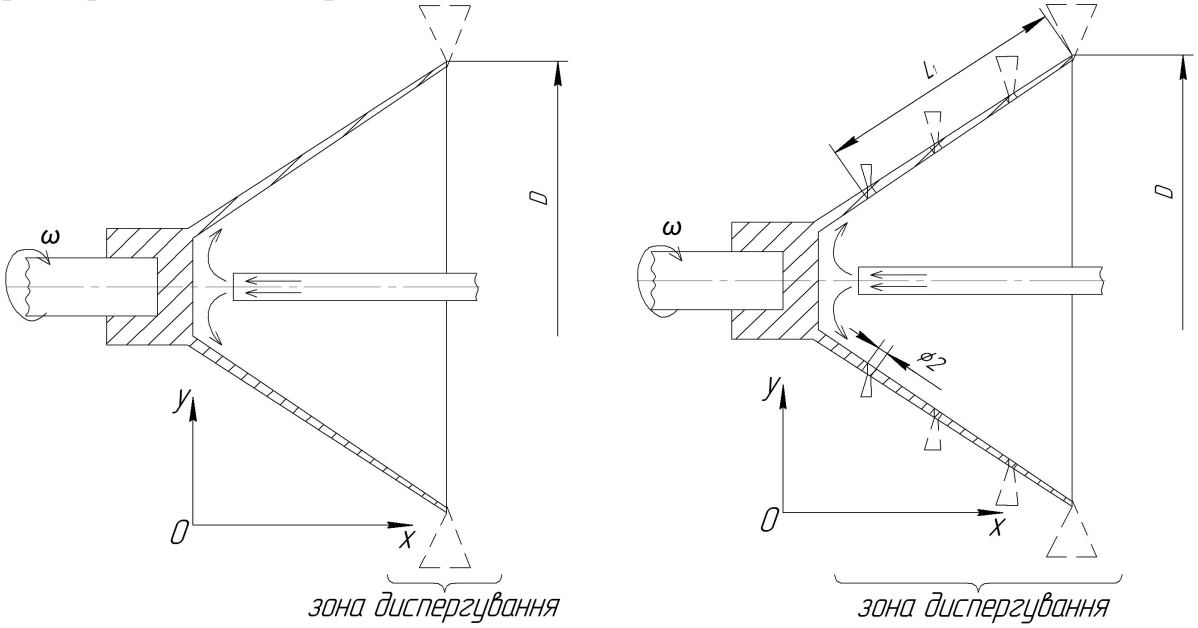
1. Abatement of N_2O emissions produced in the adipic acid industry/ Reimer R.A., Staten C.S. Seapon M., Lower M.W., Tomlinson P.E.// Environ, Progr. - 1994. - 13, № 2. - с. 134-137.
2. ДСТУ 3211 – 95 (ГОСТ 1639 – 93) Лом и отходы цветных металлов и сплавов.
3. Щербаков А.Д. Очистка отходящих газов от закиси азота. Тез. докл. Научно-технической конференции "Проблемы промышленной экологии", секция№ 2, г. Черновцы, 1990. - с. 134.

УДК 628.5.66

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА

д.т.н., проф. Корнієнко Я. М., магістрант Цюпяшук А. М.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Ефективність процесу зневоднення рідких систем з одержанням композитів із заданими властивостями зумовлена збільшенням об’єму зони диспергування. Попередніми дослідженнями встановлено, що питома поверхня зернистого матеріалу повинна знаходитись в межах 1400 – 1800 $м^2/м^3$. Для досягнення поставленої задачі досліджувались конічні диспергатори двох типів (рис. 1).



а) б)

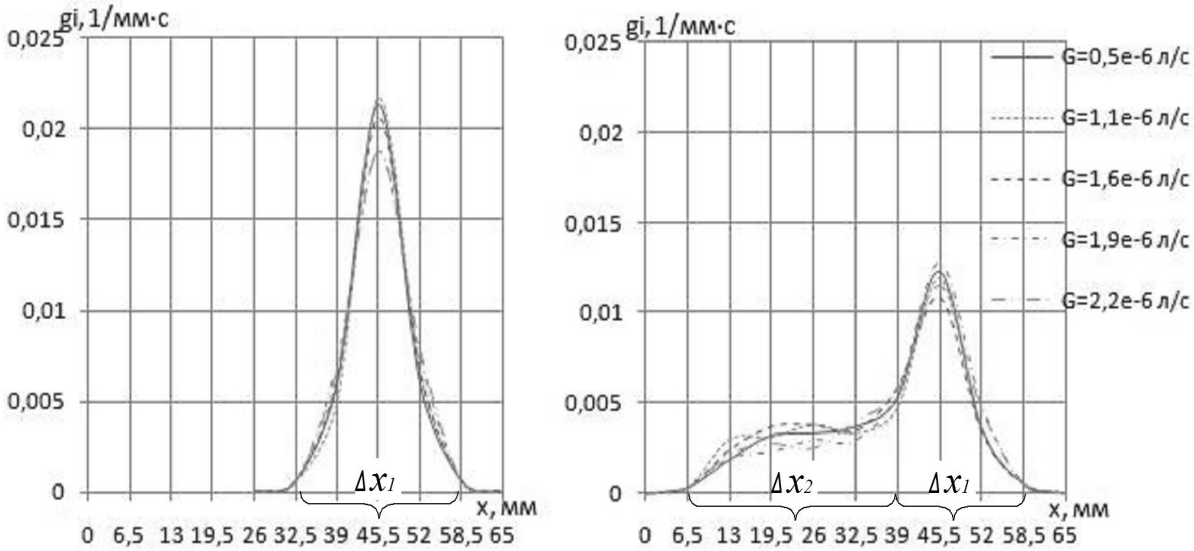
а) суцільний диспергатор; б) перфорований диспергатор

Рисунок 1 – Типи механічних диспергаторів

Досліди проводились при витратах рідкої фази в межах G = 0,5 ÷ $2{,}2\cdot10^{-6}$ л/с, лінійна швидкість крайки диспергатора в обох випадках досягала 9 м/с, коефіцієнт перфорації складав 1,6%, в якості модельної рідини використовувалась вода.

Порівняння інтенсивності розподілу маси рідини по довжині наведено на рисунку 2. На рисунку 2а для першого типу диспергатора основний факел розпилу зосереджений в інтервалі $\Delta x_1 = 52 - 39 = 13$ мм з максимумом зрошення g_i = 0,018÷0,022 $\frac{1}{мм\cdot с}$, при x = 55 мм. В другому

випадку максимальне значення щільності зрошення майже в два рази менше і становить g_i = 0,012÷0,013 $\frac{1}{мм \cdot с}$ в тому самому діапазоні $\Delta x_1 = 52 - 39 = 13$ мм, а решта розташована в діапазоні $\Delta x_2 = 39 - 6{,}5 = 32{,}5$ мм. Таким чином сумарна довжина розподілу збільшилась в 3,5 рази.



а) б)

а) суцільний диспергатор; б) перфорований диспергатор

Рисунок 2 – Щільність розподілу маси рідини по довжині зони диспергування

Експериментально підтверджено, що при одержанні азото-кальцієво-гумінових композитів складу N:Ca:Ga = 17:12:1 з водяних розчинів створених на основі сульфату амонію, застосування перфорованого конічного диспергатора дозволяє забезпечити рівномірний розподіл робочого розчину в апараті псевдозрідженого шару, з коефіцієнтом гранулоутворення φ ≥ 80%. Тому доцільно продовжити дослідження перфорованого диспергатора при роботі з розчинами суспензій.

СЕКЦІЯ 2

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 676.056.42

ПРОЦЕС ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА З РОЗРОБКОЮ НОВОГО ОБЛАДНАННЯ

к.т.н., проф. Марчевський В.М., асист. Мельник О.П.,
магістрант Дзюба М.Г
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Збільшення обсягів виробництва паперу і необхідність підвищення його якості ставлять перед конструкторами задачі з розробки нового значно ефективнішого обладнання, параметри якого знаходяться на рівні кращих зарубіжних зразків.

Метою роботи є розробка ефективного гарячого пресу для пресування паперового полотна.

В роботі поставлені слідуючі задачі: дослідити кінетику процесу гарячого пресування паперового полотна, нагрів валу та процес зневоднення паперового полотна під дією градієнта тиску пари і деформації пористої структури паперу.

Об’єкт дослідження – процес гарячого пресування паперового полотна.

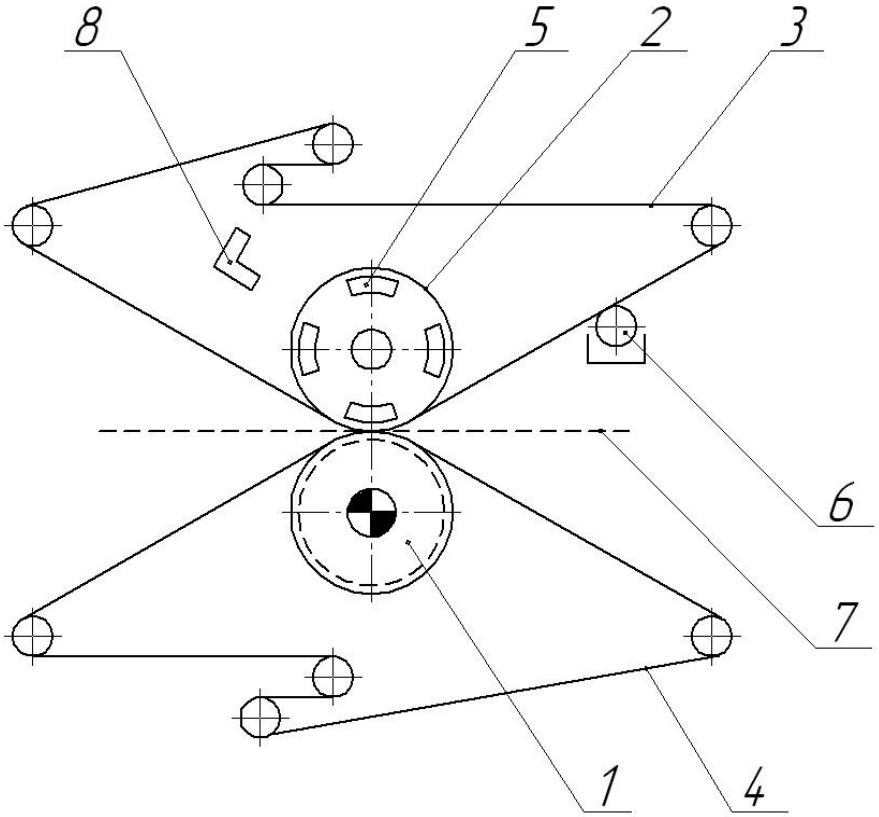
Предмет – дослідження кінетики пресування паперового полотна.

Для проведення дослідженнь розроблено лабораторну установку (Рис.1).

Нагрів валу планується здійснювати за допомогою електричного нагрівача розміщеного всередині валу. В якості нагрівачів будуть використані омічні або індукційні елементи. Використання жолобчатого валу дозволить зменшити гідравлічний опір фільтрації пари і води через сукно і відповідно збільшити швидкість пресування.

В процесі проведення експериментальних досліджень будуть виміряні наступні параметри: довжина зони пресування, час пресування, температура в зоні пресування, тиск пари, що створюється в захваті, сухість паперового полотна до і після гарячого пресу.

Використання гарячого пресу поліпшить ефективність роботи пресової частини, у багато разів зменшить затрати на сушильній частині. Максимальна сухість паперового полотна, яка досягається на такому пресі наближається до 80%.



1 – вал жолобчатий приводний; 2 – вал пустотілий; 3 – сукно верхнє; 4 – сукно нижнє; 5 – електричний нагрівач; 6 – валик для зволоження сукна; 7 – паперове полотно; 8 – пірометр

Рисунок 1 – Схема дослідної установки

Перелік посилань:

1. Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства – М.: Лесная промышленность, 1981. 264 с.
2. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна – М.: Лесная промышленность, 1972. 240 с.

УДК 676.2.056.23

ПРОЦЕС НАГРІВАННЯ ПАПЕРУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

к.т.н., проф. Марчевський В.М, студент Загребельна Ю.І.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Сушильна частина папероробної машини є найбільш енерго- та метало- ємкою [1]. Зменшити енергозатрати можна застосувавши пристрій інфрачервоного (ІЧ) випромінювання для нагріву паперу на першій стадії сушіння. Тому дослідження цього методу є актуальним.

Мета роботи – дослідження кінетики процесу нагрівання паперу із застосуванням ІЧ випромінювання.

Об`єктом дослідження є процес нагрівання паперу із застосуванням ІЧ випромінювання на першій стадії сушіння.

Предметом дослідження є кінетика процесу нагрівання.

Задачі дослідження: розробка фізичної та математичної моделей, та проектування на їх основі лабораторної установки.

Фізична модель процесу сушіння із застосуванням ІЧ випромінювання в якості джерела енергії, включає наступні процеси.

Переміщення вологи в поверхневі шари паперу та її випаровування призводить до перепаду вологовмісту між поверхневим шаром паперу та наступними, що викликає концентраційну дифузію – переміщення вологи з нижче розташованих шарів до поверхні [2]. Проте наявність температурного градієнту всередині матеріалу ускладнює механізм переносу вологи. Під впливом перепаду температур (температура поверхні матеріалу більша температури центральних шарів) волога намагається переміститись в середину тіла (під впливом термодифузії волога переміщується в напрямку потоку тепла). Тому під час сушіння відбувається часткове переміщення вологи у вигляді пару в нижні шари, де пар конденсується, збільшуючи там вологовміст, а пересушені верхні шари зсідаються та деформують лист, піднімаючи його краї догори (рис.1,2).

Аналіз фізичної моделі показав, що процес сушіння є нестаціонарним процесом тепло- та волого переносу, для якого, за відсутності градієнта загального тиску, математичну модель можна представити у вигляді:

$$c\rho_0 \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z}\right) + \varepsilon r \rho_0 \frac{\partial u}{\partial \tau} + Q_V$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial z}\left(a_m \frac{\partial u}{\partial z} + a_m \delta \frac{\partial t}{\partial z}\right)$$

де c — теплоємність паперу, $\frac{Дж}{кг \cdot К}$; ρ — густина паперу, $\frac{кг}{м^3}$; t – температура паперу, ^0C; λ — коефіцієнт теплопровідності, $\frac{Вт}{мК}$; ε – коефіцієнт фазового перетворення води у пару, r — теплота пароутворення, $\frac{Дж}{кг}$; u –

воло-говміст, $\frac{кг}{кг}$; a_m — коефіцієнт дифузії речовини; δ — термоградієнтний коефіцієнт переносу вологи; Q_v – джерело тепла від поглиненого випромінювання, $\frac{Вт}{м^3}$.

Для розв'язання диференціальних рівнянь запишемо граничні умови:

$$\lambda\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_п = q_п(\tau) - r(1-\varepsilon)j_п(\tau)$$

$$a_{m0m0п}\left(\frac{\partial Ut}{\partial z}\right)_{пп} \quad — \quad (\ )$$

Початкові умови при τ=0:

$$U = f_1(z)$$
$$t = f_2(z)$$

де $q_п(\tau)$ – інтенсивність теплообміну чи питомий потік тепла на поверхні; $j_п(\tau)$ – інтенсивність вологообміну чи питомий потік вологи.

Для розв'язання математичної моделі створено лабораторну установку.

Попередні досліди показали, що зі збільшенням теплового потоку на першій стадії сушіння швидкість нагрівання збільшується і відповідно збільшується швидкість сушіння. Завдяки цьому можна зменшити кількість сушильних циліндрів і відповідно й довжину папероробної машини.

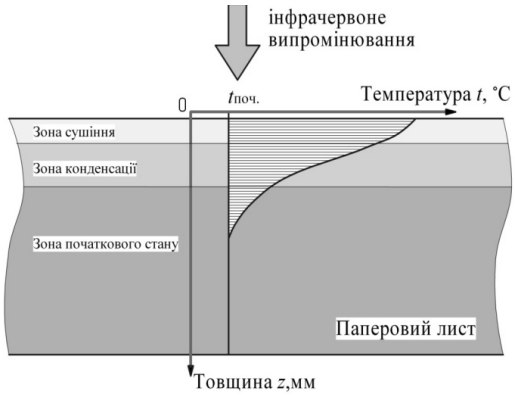


Рисунок 1 – Температурний градієнт

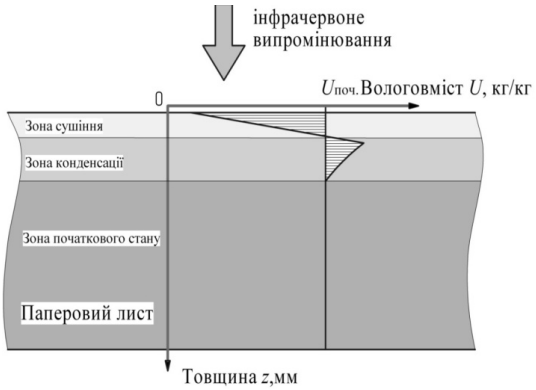


Рисунок 2 – Градієнт вологи

Перелік посилань:

1. Жучков П.А. Теплотехника целлюлозно-бумажного производства / Жучков П.А., Гофлин А.П., Саунин В.И. – М.: Экология, 1991. – 352 с.
2. Лыков А.В. Теория сушки / Лыков А.В. – М. :Энергия, 1968. – 472 с.

УДК 676.2.065.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАННЯ ЛАЙНЕРА НА ДІЮЧОМУ ПРОМИСЛОВОМУ ГОФРОАГРЕГАТІ

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

Мета роботи – дослідження кінетики процесу нагрівання картону для розробки промислового пристрою.

Актуальність дослідження – зменшення витрати паливного газу шляхом переходу на електричний нагрів.

Задачі дослідження: дослідження нагрівання картону з метою створення алгоритму розрахунку швидкості нагріву $\partial t / \partial \tau$.

Об'єкт дослідження: процес нагрівання лайнеру на нагрівальних валах.

Предмет дослідження – кінетика процесу нагрівання.

Згідно з метою дослідження, кінетики нагріву картону на промисловому агрегаті в процесі його стаціонарної роботи, були проведені експериментальні визначення зміни температури під час нагрівання на нагрівальному валу. Заміри виконувалися пірометром по схемі наведеній на рис. 1 і проводилися при трьох швидкостях гофроагрегата $V_1 = 50$ м/хв, $V_2 = 130$ м/хв та $V_3 = 150$ м/хв. Нагрівання валів здійснюється насиченою парою з тиском $p_н = 1{,}2$ МПа при цьому температура поверхні валу встановилася $t_в = 164$ °С.

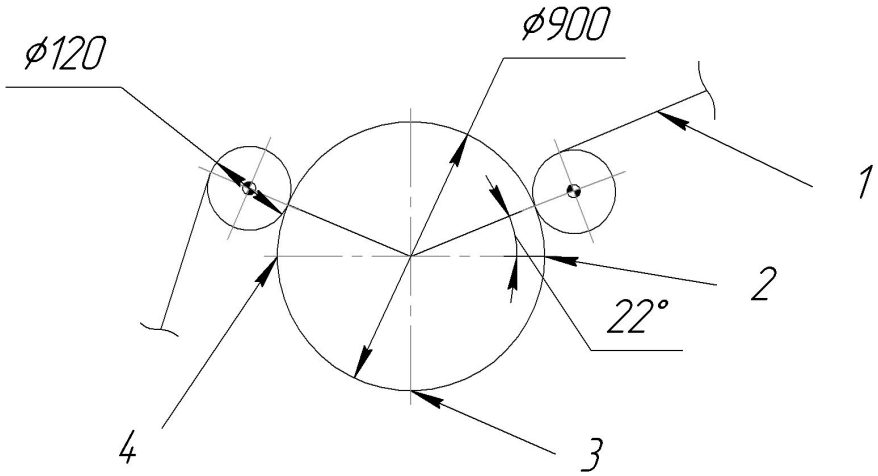


Рисунок 1 – Схема промислового нагрівального вала

Результати дослідів оброблені у вигляді залежності температури нагріву картону від зміни кута обхвату, і від часу нагрівання у чотирьох

експериментальних точках. Отримані результати представлені на рис 2 та рис 3.

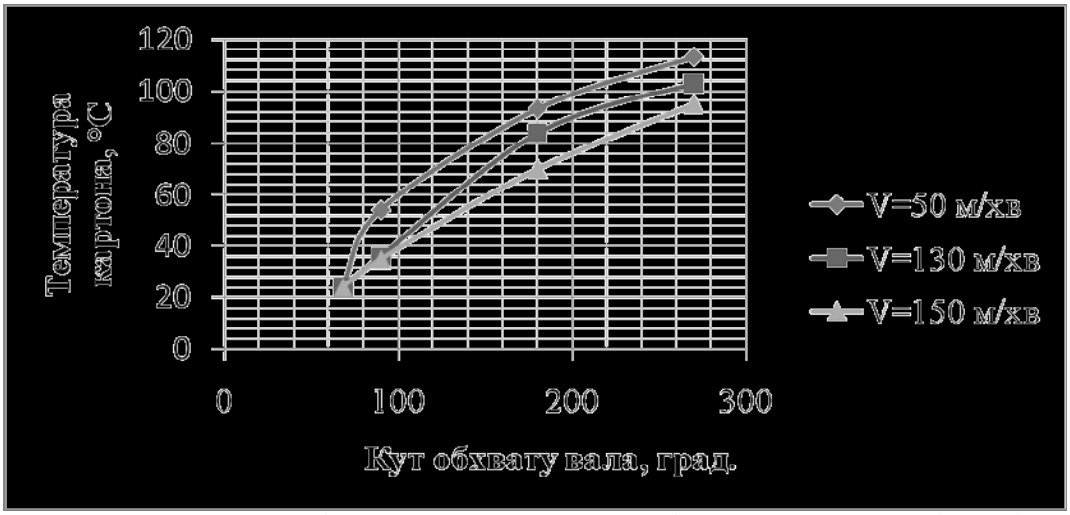


Рисунок 2 – Залежність температури нагрівання картону від зміни кута обхвату

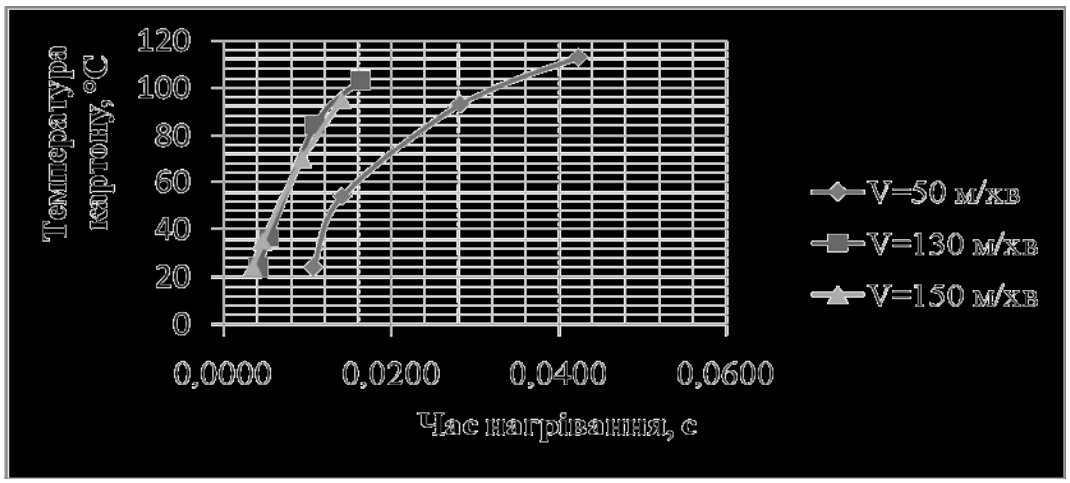


Рисунок 3 – Залежність температури нагрівання картону від часу нагрівання

Зроблено наступний висновок: швидкість нагрівання $\partial t / \partial \tau$ на початку процесу нагрівання картону велика, яка спричинена значною рушійною силою процесу (різницею температур). При подальшому проходженні картону по зовнішній поверхні нагрівального вала рушійна сила зменшується, що приводить до зменшення швидкості нагрівання.

Перелік посилань

1.Пилипчук М.І., Григор'єв А.С., Шостак В.В. Основи наукових досліджень: Підручник – К.: Знання, 2007. – 270с.

УДК 662.638

МОДЕЛЬ КІНЕТИКИ РОСТУ БАКТЕРІЙ

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

Метою дослідження кінетики біохімічних процесів є виведення рівняння швидкості для дослідження процесів одержання біогазу, перевірка та підтвердження їх придатності і доцільності використання при конструюванні ферментаційного обладнання.

По своїй природі мікробіологічні процеси являють собою ферментативні реакції, що протікають в поліферментних системах при змінній концентрації каталізаторів (ферментів). Ріст мікроорганізмів залежить від різних факторів: температури, кислотності середовища, концентрації мікроорганізмів. Активність бактерій підтримується в певному діапазоні температур, але існує порогове значення температури, після якого вона різко знижується. Найсприятливішим середовищем є кислотно-лужне, з підвищенням кислотності концентрація продукуючих бактерій зменшується.

Одним із основних показників, що характеризує відповідні умови ферментації, являється швидкість росту продуцента (збільшення біомаси). Швидкість росту організмів з бінарним діленням в добре перемішувальному середовищі в періодичній культурі пропорційна концентрації біомаси [1]:

$$\frac{dX}{dt} = \mu X,$$

де X - маса мікроорганізмів в 1 м^3;

μ - питома швидкість росту клітин.

Розв’язком цього рівняння є:

$$\frac{X}{X_0} = e^{\mu t},$$

Визначимо питому швидкість росту:

$$\mu = \frac{1}{X}\frac{dX}{dt} = \frac{dlnX}{dt},$$

Наведене рівняння є рівнянням експоненціального росту бактерій. З нього витікає, що ріст пропорційний масі живих клітин.

Питома швидкість росту є одним з основних параметрів, що характеризує фізіологічний стан продуцента, оскільки, через цей показник можуть бути вражені ряд інших параметрів [2].

Відмітимо, що питома швидкість росту пов'язана з часом подвоєння клітин t_d відношенням [3]:

$$t_d = \frac{0{,}693}{\mu} \quad ,$$

Знання параметрів наведеного рівняння кінетики дозволяє визначити концентрацію мікроорганізмів в часі, що дає можливість регулювати цей процес і знаходии найбільш оптимальні умови культивування.

Перелік посилань

1. С.Д. Варфоломеев, С.В. Калюжный. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов. М.: Высшая школа, 1990, 296 с.
2. Под общей редакцией проф. Егорова Н.С. "Промышленная микробиология". М.:Высшая школа, 1989, 340 с.
3. Айба Ш., Хемфри А., Миллис Н. "Биохимическая технология и аппаратура ". М.: Пищевая промышленость, 1975, 145 с.

УДК 661.185.8

МОДЕЛЮВАННЯ ФЛОТАЦІЇ ВОЛОКНА ЗІ СТІЧНИХ ВОД ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

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

В світовій практиці в технологіях целюлозно-паперового виробництва широко застосовуються системи флотаційного очищення стічних вод, що зумовлює значний інтерес до їх дослідження. Проведений аналіз літературних джерел свідчить про те, що не дивлячись на високу активність, відомі результати експериментальних та теоретичних досліджень не дають можливості отримати надійні залежності для варіювання параметрами флотації волокна при очищенні стічних вод і вибору раціональних умов її проведення. Тому моделювання процесів флотації залишається актуальною задачею.

Будь-яка флотаційна система характеризується складною гідродинамікою, її вивченню довгий час приділялося дуже мало уваги. Стає очевидним те, що після того, як знайдено реагентний склад, який забезпечує прилипання частинок до бульбашок, що і є основною задачею флотаційного уловлювання, подальше збільшення інтенсивності флотаційного процесу повністю залежить від того, наскільки правильно підібрані гідродинамічні параметри системи. Крім цього на інтенсивність процесу флотації значною мірою впливають: величина вільної поверхні бульбашок, швидкість барботажа, баланс твердої фази та води [2].

Флотація полягає у введенні в волокнисту суспензію, що подається до флотаційної камери, бульбашок повітря, до яких приєднуються частинки волокон. Піна, що утворюється на поверхні внаслідок аерації волокнистої суспензії бульбашками повітря видаляється спеціальними пристосуваннями, які знаходяться у верхній частині флотаційної камери. Процес супроводжується зміною концентрації волокна в часі.

Припустимо, що визначальним являється процес переходу частинок з вільного в зв’язаний стан. У цьому випадку математичну модель процесу можна представити диференціальним рівнянням першого порядку:

$$\frac{dc}{d\tau} = -Kc, \qquad (1)$$

де c – концентрація вільних частинок в суміші в деякий момент часу τ;

K – константа, що характеризує інтенсивність флотаційного процесу (інтенсивність вилучення).

Розв’язком рівняння (1) є вираз

$$\ln\frac{c}{c_0} = K\tau \qquad (2)$$

Для аналізу ефективності проведення флотації зручніше використовувати ступінь вилучення, який характеризує різницю між початковою і кінцевою концентраціями, віднесену до початкової концентрації. В такому випадку рівняння набуде вигляду:

$$\varepsilon = 1 - e^{-Kt} \qquad (3)$$

В останньому рівнянні невідомим є лише параметр *K*, який визначається експериментально. Інтенсивність вилучення *K* можна виразити як [2]:

$$K = \frac{3Eq}{2Dk}, \qquad (4)$$

де *E* – ефективність захоплення частинок бульбашкою;

q – швидкість барботажу (об'єм газу, який проходить за одиницю часу через одиницю перерізу флотаційної камери);

D – середній діаметр бульбашок;

k – коефіцієнт полідисперсності бульбашок.

Таким чином, інтенсивність вилучення знаходиться у прямій залежності від ефективності захоплення, а також від швидкості барботажу.

Для отримання кінцевої форми виразу для визначення ступеня вилучення, підставимо (4) в (3):

$$\varepsilon = 1 - e^{-\frac{3Eq}{2Dk}t}. \qquad (5)$$

З метою експериментального дослідження флотації волокна на кафедрі машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв створено дослідну установку. Подальша робота спрямована на апробацію запропонованої математичної моделі.

Перелік посилань

1. Рубинштейн Ю.Б., Филиппов Ю.А. Кинетика флотации. – М.: Недра, 1980. - 375 с.
2. Дерягин Б.В., Духин С.С., Рулев Н.Н. Микрофлотация: Водоочистка, обогащение. – М.: Химия, 1986. – 112 с.

УДК 66.047

ПРОЦЕС СУШІННЯ БІШОФІТУ

к.т.н., доц. Семінський О.О. магістрант Галстян А.С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Бішофіт – це природній магнієвий полімінерал, який використовується у харчовій промисловості, косметичної та фармацевтичної галузях, а також застосовується у виробництві захисних препаратів від шкідливих комах, вогнетривких матеріалів, антифризу, будівельних матеріалів та магнію.

Україна багата родовищами бішофіту, до таких відноситься Новоподольське родовище, Полтавське родовище, у Чернігівській області зафіксовані великі прогнозні ресурси бішофіту і добувають його гідромоніторним способом, що дозволяє зберегти властивості мінерала.

В технологічному ланцюжку виробництва бішофіту лімітуючим процесом є процес сушіння. Шестиводний хлорид магнію дуже гігроскопічний. На відкритому повітрі його кристали сорбують вологу з навколишнього середовища і дуже швидко перетворюються в калюжу розчину солі, що викликає налипання і утворення наростів в тракті відпрацьованого теплоносія . Вологі кристали бішофіту мають значні адгезійні властивості, що призводить до сильного грудкування при сушінні.

Дослідження кінетики процесу сушки показує що після невеликого часу нагріву кристалів бішофіту до температури мокрого термометра, який протікає з наростаючою швидкістю випару вологи з поверхні кристалів, починається перший період сушіння, що протікає з постійною швидкістю на ділянці вологовмісту від u_1=0,1 до u_2=0,0805 кг/кг. Другий період сушіння гігроскопічної вологи протікає з безперервно швидкістю, яка зменшується на ділянці u_2=0,0805 до u_3=0,04 кг/кг. Третій період видалення вологи, пов'язаної адсорбційно і хімічно, а також невеликої кількості кристалогідратної вологи протікає з постійною швидкістю від u_3=0,04 кг/кг до u_4=0. Після досягнення нульового вологовмісту процес втрати маси зразка триває. Це вказує на те, що бішофіт термолабільний і при подальшому сушінні втрачає кристалогідратну воду з постійною швидкістю 0,00412 кг/(кг·хв) [1].

Бішофіт містить 47% хлористого магнію і 53% кристалізаційної води. З ростом температури число молекул кристалізаційної води зменшується. Втрата кристалогідратної води знижує вихід готового продукту, веде до збільшення часу сушіння і перевитрати енергоносіїв.

Тому було поставлено завдання дослідити кінетику дегідратації, яка протікає разом з процесом сушіння.

Перелік посилань:

1. Марчевський В.М., Улітько Р.М. «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов и перспектив их развития», Междунар. науч.-техн. конф. –Мн.:БГТУ, 2009. –4.1–446с.

УДК 676.05

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ БІОГАЗОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ.

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

Біомаса - органічна речовина із певною хімічною енергією, яку можна перетворити на електричну енергію або паливо. Існує багато способів використання біомаси: біоенергія (поділяється на "біотепло" - термальна енергія та біоелектроенергія - електрична енергія з біомаси), біопаливо всі види палива, які можна отримати з біомаси, включаючи тверді (біодеревина), рідкі (біоетанол, біодизель, біомасла) та газоподібні (біогаз, водень та ін.).

Джерелом первинної біомаси є наземний і водяний рослинний світ, а вторинної - відходи, що утворяться після збирання і переробки первинної біомаси в товарні продукти й обумовлені життєдіяльністю людей і тварин (відходи целюлозно-паперового виробництва, деревина, солома, рослинні відходи сільського господарства, відходи тваринництва і птахівництва, органічна частина побутових і промислових відходів).[1]

В Україні обсяг можливого енергопотенціалу за рахунок використання відновлюваних ресурсів біомаси складає близько 22 млн. т у.п./рік, з яких технічно доступний енергетичний потенціал оцінюється в 13,2 млн. т у.п./рік; це приблизно 7 % загального споживання первинних енергоресурсів в Україні.

Технологія зброджування дозволяє отримувати окрім біогазу високоякісні добрива та білково-вітамінні кормові добавки (вітамін В-12, кріптогумін тощо) і, по суті, є безвідходною. Тому у розвинутих промислових країнах необхідність спорудження біогазових установок часто визначається вирішенням екологічних проблем.

Біогаз - це метановміщуючий пальний газ із вмістом метану 70-75 % та теплотворною здатністю 20000-23000 кДж/м^3. Кількість біогазу, що отримується з 1 м^3 вихідної сировини, коливається в межах 15-17 м^3/доб.

Основа технологій, результатом яких є виробництво біогазу-це анаеробна біотехнологія, тобто ферментація органічних речовин в умовах повної відсутності кисню. Перш за все ці технології використовуються для відходів тваринництва та птахівництва у сільськогосподарському виробництві. [3]

Зараз, в умовах гострої нестачі енергоресурсів в Україні, є можливість отримати додаткові обсяги енергоносіїв за рахунок

використання біоенергетики, в тому числі при виробництві біогазу з відходів сільськогосподарської сировини відновлюваного характеру. На сьогодні в Україні також накопичено великий досвід в розробці і будівництві різних типів біогазових установок.

Сировинна база (власні відновлювані ресурси): біомаса, відходи рослинництва, відходи тваринництва та птахівництва, відходи целюлозно-паперових виробництв; за даними різних експертів, в Україні складають від 20 до 50 млн. т у. п. [2]

Для України постає необхідність у скорішому широкому впровадженні вже існуючої та давно впроваджуваної в усіх розвинутих країнах світу анаеробної біотехнології, що має величезні переваги над класичною, аераційною, яку зараз використовують на міських очисних спорудах. Ця технологія пристосована для знешкодження (біологічного розкладу) органічних речовин в анаеробному середовищі і впроваджується, як локальна, для попереднього очищення висококонцентрованих стоків безпосередньо на самих підприємствах, які створюють ці стоки.

Отримання біогазу можливе в установках самих різних масштабів. Воно особливе ефективно на агропромислових комплексах, де доцільно добиватися реалізації повного екологічного циклу.

Перелік посилань:

1. Л.А. Кособуцкий, И.Ф. Клещев..Основы общей микробиологии. – Харьков,2005г. – 245 с.
2. Бейли Д., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х частях. – М.: Мир, 1989.
3. Биотехнология. Проблемы и перспективы / Под ред. Н.С. Егорова: Учебное пособие. – М.: 1987 – 53 с.

УДК 676.017

ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНИХ МЛИНІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

к.т.н., доц. Семінський О.О., магістрант Куріченко О.Ю.,
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут»

Безножові машини для дорозпускання та часткового розмелюваннязнайшли широке застосування в розмельно-підготовчих секціях целюлозно-паперових комбінатів. Найбільш ефективними серед безножових машин є пульсаційні млини, використання якихзабезпечує однорідність паперової масита підвищуєії папероутворюючі властивості.

Широке розповсюдження пульсаційних млинів зумовило наявність на ринку устаткування різних конструкцій, які позначаються фірмами-виробниками різними назвами. Найвідомішими з них є [1]: ентштиппер, фібрайзер, супратонатор, фібротом, відцентрово-пульсаційний апарат, диспергатор, дефібратор, дефлакер та ін.

Пульсаційні млини суміщають в собі принцип радіального та осьового імпульсного переміщення маси з розмелюванням та гомогенізацією маси в зоні обробки.

Параметри роботи млина визначаються геометричною конфігурацією робочих елементів, швидкістю обертання ротора, кількістю робочих елементів, зазором між робочими органами статора і ротора.[1]

Використовуються як з вертикальним, так і з горизонтальним компонуванням робочих органів. В залежності від конструкції робочих органів, розрізняють пульсаційні млини з циліндричними та циліндрично-конічними перфорованими кільцями. Перфорація кілець може бути виконана у вигляді отворів та пазів різної конфігурації. Вибір конструкції робочих органів залежить від того, який вплив необхідно забезпечити на паперову масу.Наприклад, для інтенсифікаціїрозмелюючої дії, використовують млини з циліндрично-конічними кільцями, а для інтенсифікаціїрозпускаючої дії – з циліндричними.Крім того, розрізняють пульсаційні млини типу «ротор-статор» (в яких радіальне переміщення маси обумовлено обертанням внутрішнього роторного кільця) або «статор-ротор» (в яких радіальне переміщення маси обумовлено обертанням крилатки, закріпленої на роторі).

Обробка паперової маси в пульсаційних млинахздійснюється наступним чином. Робочі органи, у вигляді кілець, закріпленіспіввісно на валу ротора та корпусі статораз чергуванням. В конструкціях млинів, які мають конічно-циліндричні робочі органи, з метою регулювання зазору між робочими елементами статора і ротора використовується механізм

присаджування, який працює за принципом «гвинт-гайка». Робочі поверхні ротора і статора не дотикаються одна до одної, а зазор, за оптимального регулювання, у десятки разів перебільшує середню товщину волокна.

Маса подається по центральному вхідному патрубку та за допомогою ротора спрямовується в радіальному напрямі.Після проходження крізь перфорації увнутрішньому кільці, маса потрапляє в зазор між кільцем статора та кільцем ротора.Такий ступінчатий, зигзагоподібний рух маси продовжується до її виходу з зони обробки млина. Частота пульсацій тиску залежить від швидкості обертання ротора та кількості пазів на роторі.

Істотною перевагою пульсаційних млинів, у порівнянні з іншими апаратами для безножового розпускання та розмелювання, є більш жорстка та міцна конструкція кріплення робочих виступів, яка здатна витримати попадання твердих включень. Тим не менше, для збільшення часу служби гарнітури, необхідне ретельне очищення вихідної маси від твердих включень.

Ефективність роботи пульсаційних млинів може бути підтверджена прикладом [2]. При дорозпусканні браку тарного картону, за один прохід вміст пучків зменшується з 10% до 0,1%, тобто проводиться повний дорозпускання маси. При цьому, розмелювання маси збільшується незначно – на 1…2°ШР, без укорочення волокна. Питомі витрати енергії складають 56…70 МДж/т, що в 3…5 разів менше, ніж при використанні конічних млинів. Зміна торцевого зазору в діапазоні 0,5…2 мм несуттєво впливає на зміну вмісту пучків у відпрацьованій масі(з 0,1 % до 0,5 %). Споживана потужність залишається незмінною. Після обробки макулатурної маси та браку в пульсаційному млині, зникає потреба додаткового розмелювання маси в ножових розмелювальних машинах. [2]

Знання закономірностейрозмелювання волокнистих суспензій в пульсаційному млині дозволяє підвищити папероутворюючі властивості маси тапокращити фізико-механічні властивості кінцевої продукції.

Перелік посилань:

1. Пашинский В.Ф. Машины для размола волокнистой М.: Лесная промышленность, 1972. – 160 с.
2. Гончаров В.Н., Гаузе А.А. Машины для роспуска и безножевого размола массы. – Л.: ЛТА, 1979.– 106 с.

УДК 621.928

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУСПЕНЗІЙ

к.т.н., проф. Марчевський В.М. магістрант Черепанов М.С
Національний технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

В процесі формування паперового полотна на сітковій частині папероробної машини відбувається зміна в часі основних параметрів волокнистої суспензії. До цих параметрів відносяться концентрація, густина суспензії, її маса, об’єм та динамічний коефіцієнт в’язкості.

Існуючі установки для визначення фільтраційних властивостей суспензії мають ряд недоліків. Наприклад загальновідомий виріб СР (Шоппер-Ріглера) не забезпечує постійного тиску під час експерименту, адже висота стовпа суспензії в ході досліду зменшується. В установках Дарсі постійність гідростатичного тиску забезпечується за рахунок безперервного поступання і зливу суспензії, але ці установки не забезпечують постійної концентрації.

На рисунку 1 показано схему установки, що позбавлена вищезгаданих недоліків.

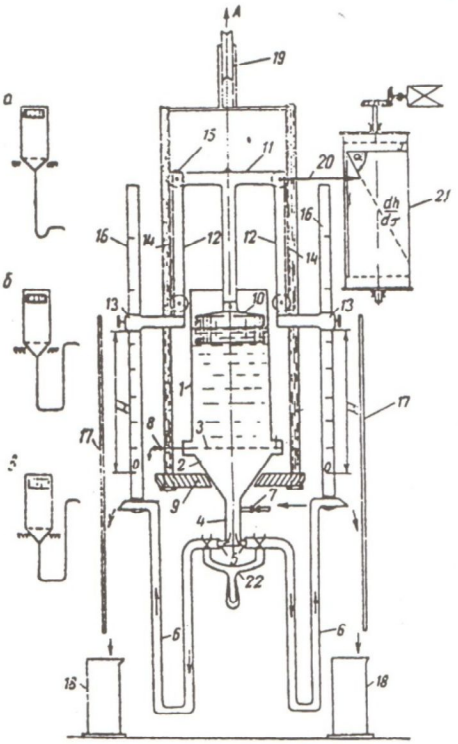


Рис. 1. Схема установки для визначення фільтраційних властивостей суспензії.

Вимірювання здійснюється наступним чином. Через штуцер з краником 7 в конус 2 поступає вода допоки її надлишок не потече через штуцер 8. При цьому шланги 6 закриті зажимом 22. Крани 7 і 8 закривають, а поплавцево-слідкуючу систему підіймають над циліндром, в який заливають суспензію. Потім за допомогою лінійок 16 і фіксаторів 13 встановлюють необхідний гідростатичний перепад і знімають зажим 22.

Завдяки тому що поплавець слідкуючої системи в процесі фільтрації опускається одночасно із шлангами, відстань між рівнем рідини у циліндрі і точкою відведення фільтрату з шлангів залишається сталою. Цим досягається постійність тиску фільтрації під час досліду. Тому видається можливим вимірювати фільтраційні властивості суспензій в часі при безперервному утворенні шару подібно тому, як це відбувається в процесі формування полотна.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1
"ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ"

1. **Корнієнко Я.М., Гулієнко С.В.**
ПРИНЦИПИ ФІЗИЧНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БАРОМЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ 4
2. **Корнієнко Я.М., Сачок Р.В.**
СТАБІЛІЗАЦІЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ ПРИ БЕЗПЕРЕРВНОМУ ПРОЦЕСІ УТВОРЕННЯ КОМПОЗИТІВ 6
3. **Корнієнко Я.М., Гатілов К.О., Науменко Д.О.**
МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ В ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМАХ 8
4. **Корнієнко Я.М., Гатілов К.О., Кравчук М.А., Науменко Д.О.**
АЕРОДИНАМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ 10
5. **Чалаєв Д.М., Дубовкіна І.О.**
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ СУШИЛЬНИХ УСТАНОВОК 12
6. **Шурчкова Ю.О., Ганзенко В.В, Радченко Н.Л.**
ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЗАМІННИКА НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА ДЛЯ ВІДКОРМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН НА ОСНОВІ ЕКСТРУДЕРА..... 14
7. **Шурчкова Ю.О.,. Сланік А.В.**
ВПЛИВ МЕХАНІЗМІВ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ..... 15
8. **Шевчук С.І.**
ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ КОНДЕНСАТОУТВОРЕННЮ У ГАЗОВІДВІДНИХ ТРАКТАХ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК 16
9. **Ракицький В.Л., Бірюков К.Г.**
ПРОЦЕС ПЕРЕРОБКИ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ РЕАКТОПЛАСТІВ..... 17
10. **Мікульонок І.О., Вознюк, В.Т. Виноградов Є.Ю.**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ГОФРОВАНИХПОЛІМЕРНИХ ТРУБ..... 19
11. **Лукашова В.В., Гоженко Л.П.**
ОЦІНКА ЯКОСТІ ВИРОБІВ ЗІ СПІНЕНИХ ПОЛІМЕРІВ 21

12. **Снєжкін Ю.Ф., Зубрій О.Г., Петрова Ж.О, Городніченко Є.С.**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННІ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В КОЛОЇДНИХ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ ТІЛАХ В ПРОЦЕСІ ЗНЕВОДНЕННЯ 23
13. **Собченко В.В., Ільєнко Б.К. Гріффен Ю.О.**
ФІЗИЧНА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬПРОЦЕСУ СПУЧУВАННЯ 25
14. **Швед М.П., Швед Д.М., Домінова Г.В.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИН 27
15. **Мікульонок І.О, Вознюк В.Т., Кваша М.В.**
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ У РОТОРНОМУ ЗМІШУВАЧІ ЗАКРИТОГО ТИПУ 29
16. **Мікульонок І.О., Кваша М.В.**
ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРА ГУМОЗМІШУВАЧА 31
17. **B.K.Ilienko, D.V.Komysh**
SPECIALIZED TEST UNIT FOR INVESTIGATION OF THE CRITICAL HEAT FLUX WITH NANOFLUIDS BOILING 33
18. **Ракицький В.Л., Крот Б.О.**
19. ОСОБЛИВОСТІ КОНЦЕНТРУВАННЯ РОЗЧИНІВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ РЕЧОВИН У БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ 35
20. **Швед М.П., Швед Д.М., Кузьміна В.О.**
ПРОДУКТИВНОСТЬ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК 37
21. **Рябцев Г.Л., Максимук Д.О.**
ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ У ВИРОБНИЦТВІ ЯКІСНОГО ПАЛИВА НА МІНІ-НПЗ: ПРОБЛЕМА ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ 40
22. **Степанюк А.Р., Малюга А.С., Кучеренко І.В., Карпенко О.П.**
ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА КІНЕТИКУ ПРОЦЕСУ МАСОВОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ 42
23. **Степанюк А.Р., Михальчук О.Д.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ В СХОВИЩІ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ 44
24. **Ільєнко Б.К., Олійник Є.Г.**
ПРОЦЕСИ СУШІННЯ І ВИПАЛУ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ 46

25. **Рябцев Г.Л., Олійник О.С.**
ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ У ВИРОБНИЦТВІ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА: ФОРМУЛЮВАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ 48
26. **Андреєв І.А., Полторацька Н.В.**
ВІБРОЕКСТРУДЕР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ З ПОПЕРЕЧНИМ ОРІЄНТУВАННЯ ДИСПЕРСНОЇ АРМАТУРИ 50
27. **Швед М.П., Швед Д.М., Сафонов С.В.**
РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ НА ПІДШИПНИКИ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ 52
28. **Андреєв І.А Смірнова К.О.**
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ 54
29. **Рябцев Г.Л., Тодорюк Т.В.**
КОМПЛЕКСНЕ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАСООБМІННИХ І МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ: АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ 56
30. **Зубрій О.Г., Безушко Н.А.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТЕПЛООБМІНУ В РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ 58
31. **Лукашова В.В., Войцеховська Є.М.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАСООБМІННИХ КОЛОН 60
32. **Ракицький В.Л., Герич О.С.**
ГІДРОДИНАМІКА В ПНЕВМО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ КАМЕРНОГО ТИПУ 62
33. **Ільєнко Б.К., Гета В.В., Шпиль М.О.**
ПРОЦЕС ПЕРЕРОБКИ І СТАБІЛІЗАЦІЇ ГАЗОВИХ КОНДЕНСАТІВ НА МАЛОТОНАЖНИХ ПЕРЕСУВНИХ УСТАНОВКАХ 64
34. **Зубрій О.Г., Голубок Д.С.**
РОЗПИЛЮВАЛЬНИЙ МЕТОД ВИСУШУВАННЯ РІДИННИХ МАТЕРІАЛІВ, ЙОГО ПЕРЕВАГИ ТА ПРОБЛЕМИ 66
35. **Корінчук Д.М., Захлебняк М.В., Степанюк Ю.М.**
УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗРАЗКАХ СОРБЦІЙНИХ КАСЕТ АДСОРБЦІЙНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОТИ 68

36. **Троценко Л.М., Зуй К.О.**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ НАГРІВУ ЗМЕРЗЛИХ ВАНТАЖІВ 70
37. **Степанюк А.Р., Карпенко О.П.**
ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ БУРОГО ВУГІЛЛЯ 72
38. **Андреєв І.А., Комкіна Н.В.**
ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ФІБРОБЕТОННИХ ТРУБ..... 74
39. **Корнієнко Я.М. Косянчук В.О.**
ПРОЦЕС ОДЕРЖАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТІВ 76
40. **Мікульонок І. О., Вознюк В. Т., Кравченко Ю. О.**
ПРОЦЕС ОХОЛОДЖЕННЯ ЕКСТРУДОВАНИХ ГЛАДКОСТІННИХ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ 78
41. КУЧЕРУК Д.Д., КРАСУЛЕНКО І.С.
ПЕРЕРОБКА СТІЧНИХ ВОД ЕЛОУ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗОМ 80
42. **Степанюк А.Р., Кучеренко І.В.**
ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ ТОРФУ 82
43. **Швед М.П., Петренко О.В.**
СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ДОЗУВАННЯ РОЗПЛАВІВ ПОЛІМЕРІВ84
44. **Лукашова В.В., Рудакова В.А.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ МАСООБМІННИХ КОЛОН..... 86
45. **Степанюк А.Р., Сіморозь Д.О.ї**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОЇ СУШКИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР 88
46. **Серебрянський Д.О., Семенюк М.В.**
ВІДЦЕНТРОВИЙ КЛАСИФІКАТОР ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ..... 90
47. **Корінчук Д. М., Степанюк Ю.М .**
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ АДСОРБЕРА-ДЕСОРБЕРА У СХЕМІ ТЕРМОХІМІЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА 92
48. **Семінський О.О., Тимошенко В.С.**
ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ 94

49. **Собченко В.В., Химич І.І.**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ ПЕРЛІТУ 96
50. **Ільєнко Б.К., Шпиль М.О., Гета В.В.**
ПРОЦЕС ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ БРУХТУ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ 98
51. **Корнієнко Я. М., Цюпяшук А. М.**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА 100

СЕКЦІЯ 2

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВИХ ВИРОБНИЦТВ»

52. **Марчевський В.М., Мельник О.П., Дзюба М.Г**
ПРОЦЕС ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА З РОЗРОБКОЮ НОВОГО ОБЛАДНАННЯ..... 103
53. **Марчевський В.М, Загребельна Ю.І.**
ПРОЦЕС НАГРІВАННЯ ПАПЕРУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМ ІНЮВАННЯ 105
54. **Марчевський В.М., Кравчук А.З.**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАННЯ ЛАЙНЕРА НА ДІЮЧОМ У ПРОМИСЛОВОМУ ГОФРОАГРЕГАТІ..... 107
55. **Семінський О.О.,Мазепа Ю.В.**
МОДЕЛЬ КІНЕТИКИ РОСТУ БАКТЕРІЙ..... 109
56. **Семінський О.О., Холодченко Н.В.**
МОДЕЛЮВАННЯ ФЛОТАЦІЇ ВОЛОКНА ЗІ СТІЧНИХ ВОД ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА..... 111
57. **Семінський О.О. Галстян А.С.**
ПРОЦЕС СУШІННЯ БІШОФІТУ..... 113
58. **Марчевський В.М, Котляр К.М.**
ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ БІОГАЗОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ. 115
59. **Семінський О.О., Куріченко О.Ю.,**
ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНИХ МЛИНІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА..... 117
60. **Марчевський В.М. Черепанов М.С**
УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУСПЕНЗІЙ..... 119

Підписано до друку 22.11.2010 р. Ум. друк. арк.0,9 Формат 60х84/16
Наклад 200 прим. Замовлення №88
Віддруковано на різографі в видавничому центрі “Принт-центр”
03056, м. Київ, вул. Політехнічна, 35
Тел./факс: 486-55-15, 332-41-10, 277-40-16
www.printc.com.ua. E-mail printc@ukr.net