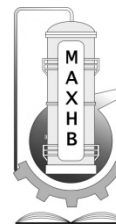




Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

НТУУ “КПІ”



Інженерно-хімічний факультет

**Збірник тез доповідей VIII 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:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

д.т.н., професор Мікульонюк Ігор Олегович

к.т.н., доцент Андреев Ігор Анатолійович

к.т.н., доцент Швед Микола Петрович

к.т.н., доцент Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доцент Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

Грузинський технічний університет

д.т.н., професор Какубава Реваз (Івері) Володимирович

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 № 10
від 13 квітня 2011 р.

Шановні колеги, магістранти, студенти, дорогі друзі!



В сучасних умовах подальший розвиток суспільства не можливий без створення нових ефективних екологічно безпечних технологій та обладнання для їх реалізації.

Саме на виклики ХХІ сторіччя, що супроводжуються якісними змінами, пов'язані із збільшенням техногенного та антропогенного тиску, повинні дати відповіді майбутні фахівці, які зараз є студентами, аспірантами та молодими вченими за різними інженерними напрямками.

Вирішення задач, спрямованих на підвищення безпеки життєдіяльності людини та забезпечення екологічної рівноваги, є основним напрямом у підготовці фахівців

В матеріалах конференції молоді науковці та інженери запропонували багато цікавих технічних ідей спрямованих на вдосконалення існуючих та створення нових енергоефективних процесів та обладнання для їх проведення.

Бажаю всім учасникам конференції нових творчих успіхів.

СЕКЦІЯ 1

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

УДК 621.21

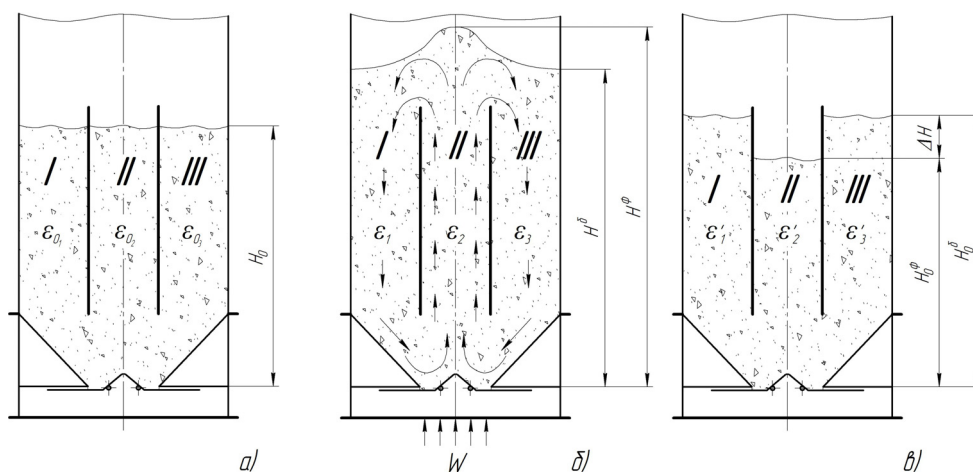
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ З НАПРАВЛЕНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ

д.т.н., проф. Корнієнко Я.М., асистент Гатілов К.О.,
магістрант Науменко Д.О., магістрант Кравчук М.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Для підтвердження запропонованої раніше математичної та фізичної моделей циркуляції зернистого матеріалу в шарі [1] необхідно провести експериментальні дослідження гідродинаміки в псевдозрідженому шарі з направленою циркуляцією при створенні направленої циркуляції в центральній частині, обмеженій направляючими вставками, при відношеннях H_{0i}/D_{ϕ} і 1.

Схема камери апарата наведена на рис. 1.



а – розташування матеріалу в апараті перед початком процесу;
б – під час процесу; в – в кінці процесу; I, III – зони низхідного руху дисперсного матеріалу; II – зона висхідного руху дисперсного матеріалу.

Рисунок 1 – Схема проведення експерименту.

1. Перед початком процесу дисперсний матеріал знаходиться в стані спокою (рис. 1а) і розташовується рівномірно на висоті H_0 по всьому перерізу апарата. За таких умов порозність шару є рівною для всіх трьох зон $e_{0_1} = e_{0_2} = e_{0_3} @ 0,4$ – і визначає умови початку процесу.

2. Під час проведення процесу (рис. 1б) спостерігається чітко виражений фонтануючий направлений потік дисперсного матеріалу. За таких умов порозність шару змінюється, оскільки в бічних зонах

спостерігається рівномірний поступовий низхідний рух дисперсного матеріалу, а в центральній фонтануючій зоні – пневмотранспорт.

Таким чином:

- в *I* та *III* зоні порозність матеріалу прямує до значення в стані спокою: $e_1(e_3) \rightarrow e_0 @ 0,4$;

- в *II* зоні при інтенсивному проведенні процесу порозність матеріалу є не постійною: $e_0 \rightarrow e_2 \rightarrow e_i; e_i \rightarrow 1$.

3. Після раптової зупинки процесу (рис. 1в) спостерігається розподілення матеріалу по трьох зонах при значенні висоти шару в бічній зоні H_0^b та H_0^f – у фонтануючій.

Таким чином, у зоні *II* енергія витрачається на пневмотранспорт частини матеріалу, яка переноситься теплоносієм, і далі, відводиться через низхідні зони *I* та *III*.

Криві псевдозрідження для монодисперсного шару з $d_e = 2,357$ мм та різною масою в залежності від $K_{w\phi}$, наведені на рисунку 2.

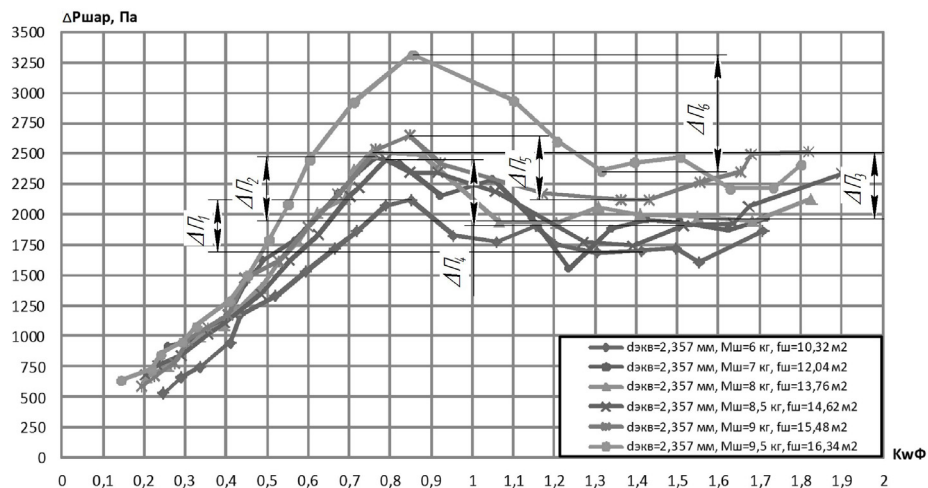


Рисунок 2 – Залежність зміни $DP_{\text{шар}}$ від маси шару протягом експерименту.

Залежність $y = DP_i / DP_{\text{ш}}$ від зміни висоти шару матеріалу і площі живого перетину апарата протягом експерименту визначається за експериментальними кривими псевдозрідження (рис.2), окремо для кожної маси матеріалу в шарі як:

$$y = f(H_{0i} / D_{\phi})$$

Дослідами встановлено, що y для стаціонарного матеріалу в шарі є відношення $DP_i / DP_{\text{ш}}$.

Результати дослідів зведено в табл. 1.

Таблиця 1. Результати дослідів H_{0i}/D_{ϕ} та $y = DP_i/DP_{ш}$.

H_{0i}/D_{ϕ}	2,85	3,24	3,50	3,58	3,81	3,99
$y, \%$	23,1	27,6	28,7	38,2	39,9	40,4

Результати експериментальних досліджень наведено на рисунку 3.

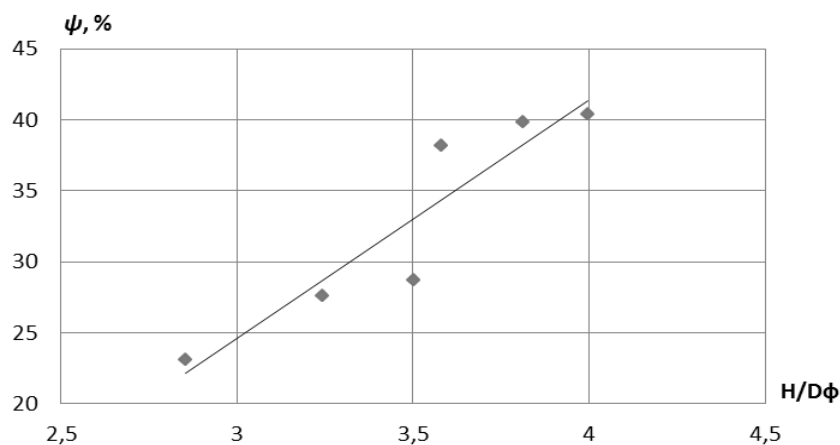


Рисунок 3 – Залежність зміни $y = DP_i/DP_{ш}$ від висоти шару матеріалу в апараті

$$y = f(H_{0i}/D_{\phi}) = 16,82(H_{0i}/D_{\phi}) - 25,85.$$

З графіка (рис. 3) видно, що $y = DP_i/DP_{ш}$ прямопропорційно залежить від висоти шару матеріалу в апараті та площі живого перетину каналу з направленою циркуляцією і найбільш суттєво відрізняється при значеннях $H_{0i}/D_{\phi} @ 4$. За масою дисперсного матеріалу в апараті можна відповідним чином визначити витрати та швидкість теплоносія, необхідного для підняття шару і створення направленої циркуляції.

Тобто, для запобігання перевитрати енергії, пуск установки доцільно проводити при значеннях $1,5 J H_{0i}/D_{\phi} J 2$.

В подальшому, за отриманими відеоматеріалами, необхідно встановити швидкості твердих частинок в центральній висхідній W_{ϕ} та бокових низхідних зонах W_6 при різних масах шару $M_{\ddot{y}}$ та значеннях коефіцієнта гранулоутворення K_w , і уточними коефіцієнти математичної моделі.

Перелік посилань:

1. Науменко Д.О., Гатілов К.О., Корнієнко Я.М. Моделювання гідродинаміки в дисперсних системах / Збірник тез доповідей VII науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» К.: Видавничий центр «Принт-центр». 2010 – С. 8–9.

УДК 621.21

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»

Зневоднення рідких композитних систем із застосування техніки псевдозрідження дозволяє реалізувати цей процес мінімальними енергетичними витратами з термічним ККД більше 60%.

Головним завданням процесу є створення мікрокристалічного шару з мінеральних речовин, на поверхні яких осаджуються колоїдні частинки органічних речовин. Експериментально встановлено, що найбільш доцільно проводити процес шляхом ізотермічної масової кристалізації, при якій інтенсивність підведення теплоти визначає розмір мікрокристалів.

При цьому здійснюється двостороннього підведення теплоти до надтонкої плівки від нагрітих гранул та теплоносія. Окрім того газовий теплоносій одночасно виконує роль зріджуючого агента та суцільного середовища для переміщення зернистого матеріалу в апараті.

Для створення умов стійкої кінетики процесу гранулоутворення необхідно забезпечити відповідний час перебування гранул в зонах зрошення, тепло-масообміну та релаксації.

Тому дослідження гідродинаміки псевдозрідженого шару направленою циркуляцією та розроблення газорозподільчого пристрою є актуальним.

Для перевірки технічної ідеї в камеру гранулятора встановлено дві вертикальні вставки (рис.1), що утворюють канал для висхідного руху матеріалу в режимі фонтанування та двох бічних каналів для нисхідного руху. Інтенсивність циркуляції матеріалу визначалось коефіцієнтом циркуляції зернистого матеріалу $K_{ц}$.

Коефіцієнт циркуляції $K_{ц}$ визначається, як:

$$K_{ц} = \frac{M_{\delta}}{M_{\mu}}$$

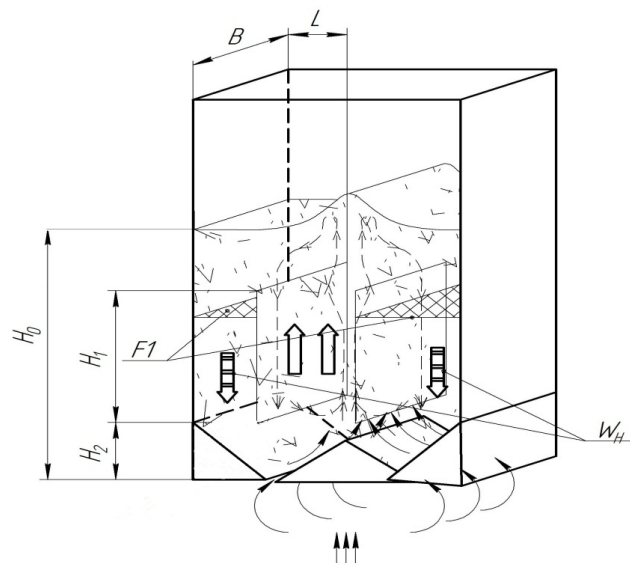


Рисунок 1 – Організація руху зернистого матеріалу

де, M_6 – масові витрати зернистого матеріалу в нисхідному потоці

$$M_6 = F_1 \cdot \rho_M \cdot (1 - \varepsilon) \cdot W_n$$

$M_{ш}$ – маса шару в бічній зоні

$$M_{ш} = [H_1 \cdot F_1 + (H_2 \cdot F_2) / 2] \cdot \rho_M \cdot (1 - \varepsilon)$$

де, F_1 – площа поперечного перетину бокової зони (рис.1), m^2

ρ_M – густина матеріалу kg/m^3 , ε – середнє значення порізності нерухомого шару приймається $\varepsilon = 0,4$, W_n – швидкiсть руху зернистого матеріалу в боковій зоні, m/s , визначається експериментально.

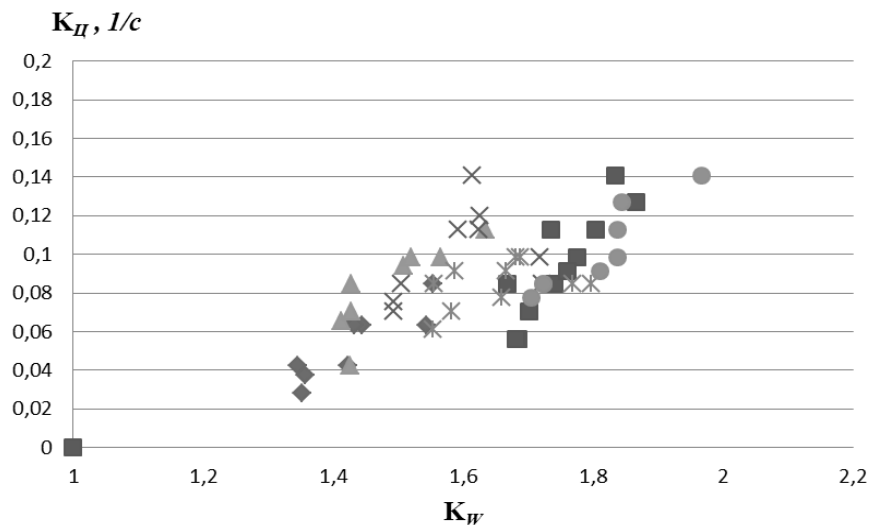


Рисунок 2 – Експериментальна залежності $K_D = f(K_W)$

При загальній масі завантаженого шару $H_0 = 0,3$ м і кратність циркуляції $K_D = 0,06$. При збільшенні загальної маси шару в 1,5 рази висота $H_0 = 0,42$ м збільшується, а кратність циркуляції зростає від 0,06 до 0,14 1/с, тобто більше ніж в 2 рази.

Таким чином даний спiсiб організації гiдродинамічного процесу дозволяє визначити кратність циркуляції та час перебування в зоні релаксації.

Перелік посилань:

1. Корнієнко Я.М., Технічні способи грануляції. Навч. Посібник. – К.:1997. – 128с.
2. Кочетков В.Н. Гранулирование минеральных удобрений. М.: Химия, 1975. – 244с.

УДК 668.5.66.002.8

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА РІДКИХ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ

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

В комплексній системі утворення органо-мінеральних добрив введення і розподілення висококонцентрованих розчинів являється важливою складовою. Щоб отримати задану пошарову структуру продукції потрібно рівномірно нанести на центри гранулоутворення відповідну кількість колоїдних частинок, які подаються з рідкою фазою. Спосіб введення гетерогенних систем в апараті псевдозрідженого шару має відповідати таким вимогам:

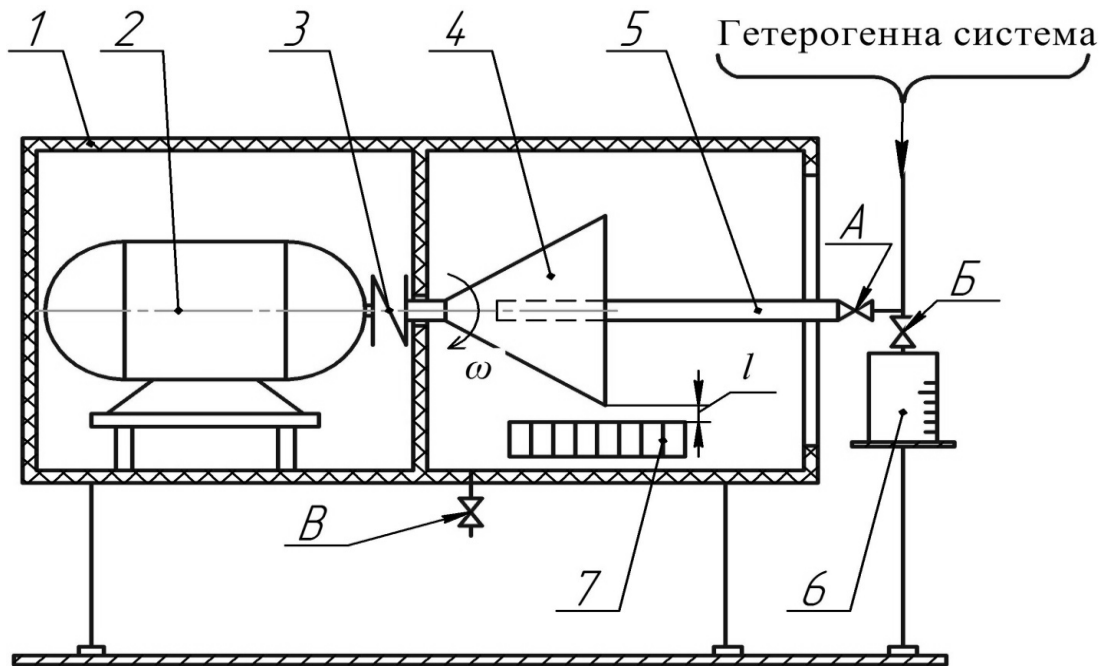
- ◆ рівномірне розподілення рідкої системи в об'ємі псевдозрідженого шару, результатом чого стане рівномірне розподілення твердої фази на поверхні центра гранулоутворення;
- ◆ усунення зон перезволоження в апараті під час проведення процесу, що забезпечить контрольований процес гранулоутворення;
- ◆ забезпечення мінімальної дисперсії факела розподілення крапель.

Для вирішення поставленої задачі необхідно провести експериментальні дослідження, метою яких є:

- визначення геометричних розмірів факелу розпилю крапель гетерогенного середовища при використанні механічних диспергаторів різних типів;
- визначення розмірів крапель;
- визначення впливу змочуваності диспергатора на факел розпилювання;
- сформулювати фізичну і математичну модель процесу диспергування.

Для проведення досліджень створено пілотну установку, зображену на рисунку 1.

Сутність методики полягає в тому, що при різних лінійних швидкостях крайки диспергатора визначається масове розподілення рідкої фази вздовж осі обертання. Витрати рідкої фази контролюється і вимірюються об'ємним методом. Модельною рідиною служить водяна суспензія з різним вмістом карбонату кальцію. Кількість обертів фіксується стробоскопом СШ-2 з точністю $\pm 2 \text{ c}^{-1}$.



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

Рисунок 1 – Пілотний стенд.

Визначення розподілення у факелі розпилю проводилось вловлюванням крапель в робочу касету 7, яка встановлюється на відстані l від крайки диспергатора, що обертається. Фотофіксація та спостереження процесу диспергування здійснюється у світлі стробоскопу СШ-2 та цифрового фотоапарата

Результатом дослідження буде розроблення конструкції диспергатора для забезпечення заданих умов розподілення гетерогенних систем та буде визначено вплив змочуваності робочої поверхні диспергатора на характеристики факелу розпилення. З урахуванням досліджень буде скореговано фізичну і математичну моделі процесу диспергування гетерогенних систем.

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

УДК 66.004.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ В ЦИКЛОННИХ АПАРАТАХ

аспірант Смілян І.О., студент Гапонюк М.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Для очищення запиленого повітря і газу на фабриках застосовують механічні та електричні способи пиловловлення. До механічних відносять способи, що використовують силу ваги, відцентрову силу, фільтрування через пористу перегородку і зрошення запиленого повітря водою. Вибір способу залежить від властивостей пилу, що вловлюється.

Найпростішим способом очищення газів від механічних частинок є осадження частинок у циклонах .

Мета роботи полягає у дослідженні процесу видалення твердої фази з газового середовища.

Для визначення ефективності процесу циклонування була підібрана наступна фізична модель: у циклоні частинки рухаються по колу, без зіткнень, рис. 1

Математична модель циклонного процесу.

Система диференціальних рівнянь руху частинки діаметром δ в полярних координатах ρ, φ має вигляд:

$$\mathbf{m}_j \times \mathbf{r} = \mathbf{F}_r ; \quad \mathbf{m} \times \mathbf{j}_\varphi = \mathbf{F}_\varphi$$

де j_r, j_φ - проекції вектора прискорення на радіус-вектор і нормаль до нього;

F_r, F_φ - проекції сили опору F .

Математична модель реалізована за допомогою метода Рунге-Кутта, на основі розробленого алгоритму рішення математичної моделі створено програму на мові Qbasic.

Результати розрахунку програми дали можливість проаналізувати вплив окремих факторів на процес пиловловлення.

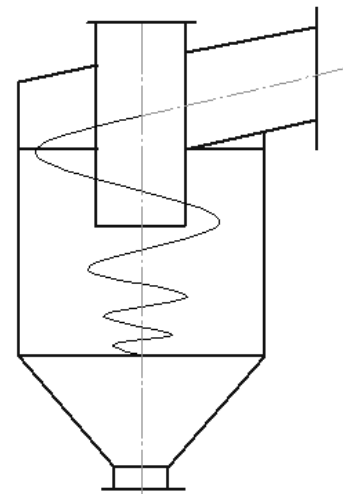


Рисунок 1– Фізична модель циклонного апарату

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ТЫРСЫ ТОПОЛЯ, ОЛЬХИ, ИВЫ

Коринчук Д.Н., Бякова Е.М.

Институт технической теплофизики НАН Украины,

Украина, 03164, г.Киев, ул.Булаховского 2

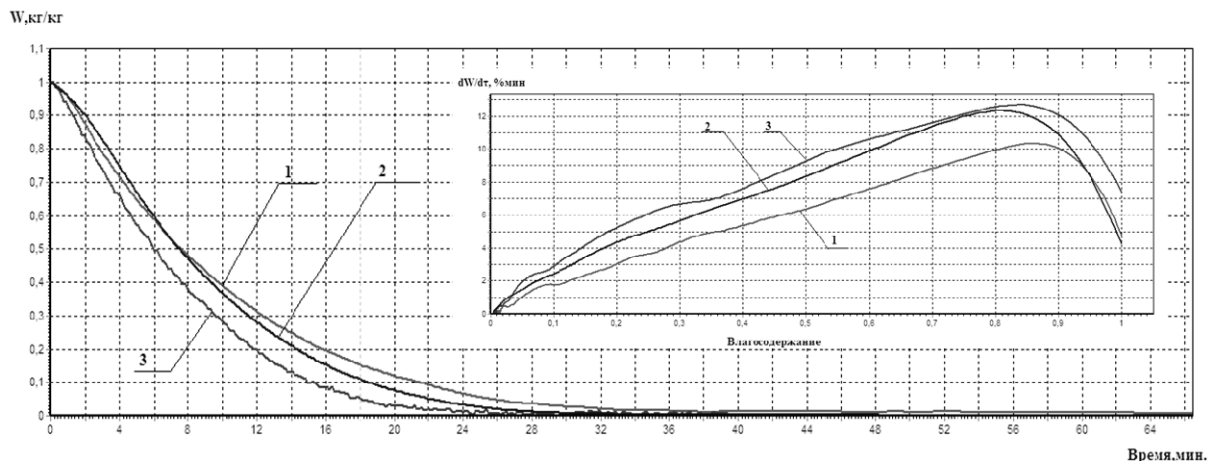
Тел. (044) 424-96-26, факс (044) 424-47-31, e-mail: ntps@bk.ru

В условиях резкого уменьшения запасов углеводородного сырья и повышения его стоимости, использование энергии биомассы для производства твёрдых видов топлива приобрело большое значение. Биомасса является возобновляемым, экологически чистым сырьём для производства разных видов топлива. Основным источником биомассы являются энергетические культуры и сельскохозяйственные отходы. Энергетический потенциал биомассы составляет 12,39 млн.т.у.т.. Древесина в понимании энергетического сырья охватывает: отходы сельскохозяйственной и деревообрабатывающей промышленности, молодые побеги, выращиваемые в энергетических лесах.

Целью экспериментальных исследований является определение оптимальных кинетических параметров процесса сушки тырсы древесины тополя, ивы, ольхи.

Экспериментальный сушильный стенд для изучения процессов тепло-массообмена материалов включал системы контроля температуры теплоносителя, а также автоматизированного сбора и обработки информации (АСОИ). Использование системы АСОИ позволило, с дискретностью 9 сек. проводить такие измерения: изменение массы образца в процессе сушки, изменение температуры внутри и на поверхности материала, температуры сушильного агента при заданной скорости сушильного агента.

Процесс сушки считался завершённым, когда регистрируемое изменение массы не превышало 5 мг. Использование специализированного программного обеспечения позволило автоматизировать анализ данных (рис.1)



$t = 140^{\circ}\text{C}$, $V = 3\text{ м/с}$, высота слоя 10мм;

1 – тирса ивы, 2 – тирса ольхи; 3 – тирса тополя

Рис. 1 Влияние вида сырья на кинетику и скорость сушки сырья.

В результате обработки полученных экспериментальных данных установлено, что процесс сушки во всех материалах при одинаковых исходных условиях в интервале температур 100°C - 140°C и скоростей 1 м/с - 4 м/с сушильного агента и при исходной относительной влажности образцов от 38% до 70% протекает аналогично, что свидетельствует о сходстве процессов тепломассопереноса в образцах и может служить предпосылкой для создания обобщающей модели процесса высокотемпературного обезвоживания энергетических пород древесины.

Из анализа кривых кинетики сушки можно сделать следующие выводы:

- увеличение температуры сушильного агента от 100°C до 140°C приводит к сокращению длительности сушки и интенсификации процесса обезвоживания образцов в среднем на 40%.

- увеличение скорости сушильного агента от 1 м/с до 4 м/с существенно сокращает длительность сушки в среднем на 35%, и является одним из эффективных рычагов управления процессом сушки;

- при достижении образцом критической влажности составляющей 8 – 10% происходит удаление только связанной воды;

- увеличение исходной влажности материала приводит к увеличению длительности сушки, что в конечном счёте приводит к увеличению затрат энергии на обезвоживание.

УДК664.03

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ НА ОСНОВІ ЕКСТРУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ

Долінський А.А., Ганзенко В.В., Радченко Н.Л.
Інститут технічної теплофізики НАН України

В ІТТФ НАН України було розроблено технологію отримання пастоподібних кормів на основі сої з використанням екструдера. Застосування даної технології дозволяє скоротити витрати енергії на 30% шляхом суміщення в одному апараті операцій подрібнення термообробки та гомогенізації, а також за рахунок використання теплоти екструзії, що акумулюється в струмені розплаву екструдату для наступної стерилізації компонентів під час змішування.

Суть технології полягає у наступному: боби сої з заданим вмістом вологи 12-14% подаються на вхід екструдера, в якому за рахунок обертання шнека маса у вигляді твердої пробки рухається по складній S-подібній траєкторії поступово стискаючись та ущільнюючись з наступним подрібненням. За створюваних умов відбувається перетворення механічної енергії тертя в теплову, у результаті чого температура зростає до 140-170⁰С, а тиск до 50атм. і маса з дисперсно-сипучого стану переходить у в'язкопластичний гелеподібний стан. На виході з матриці відбувається різке зниження тиску, що веде до вибухового скипання перегрітої вологи з суміші і інтенсивного руйнування клітини з її наступною деструкцією. Енергія, що вивільняється із струменю розплаву, використовується для наступної стерилізації компонентів під час їх змішування.

Для глибшого розуміння механізму впливу комплексної дії високих температур та вологи в сировині на її структуроутворення, було проведено експерименти, котрі дозволили отримати динаміку зміни температурних полів залежно від початкового вологовмісту рис.1, а також мікроструктуру зразків сої відібраної по зонам екструдера та в матриці рис.2.

Результати показали, що в зонах подачі і стискання спостерігається поступове підвищення температур викликане силами тертя між частинками сої та робочим органом екструдера. Починаючи з зони гомогенізації і до зони перед матрицею, відбувається стрибок температур викликаний змінною геометрією шнека. В матриці за рахунок невеликого часу перебування (4-5с.), температура залишається постійною і миттєво знижується тільки на виході з екструдера. Дослідження структури зразків сої показали, що в I і II зонах спостерігається механічне руйнування клітин і лише в зоні гомогенізації відбуваються певні перетворення. Частинки маси під дією зсувних напружень витягуються та переорієнтовуються у напрямку руху зсувних напружень. При цьому відбувається руйнування кристалічної структури та утворення аморфної анізотропної. У матричній зоні (конус) продовжується процес утворення видовжених щільно упакованих агрегатів. На виході з матриці миттєве скидання тиску до атмосферного веде до того, що волога, котра міститься у подрібнених частинках гарячої маси миттєво випаровується,

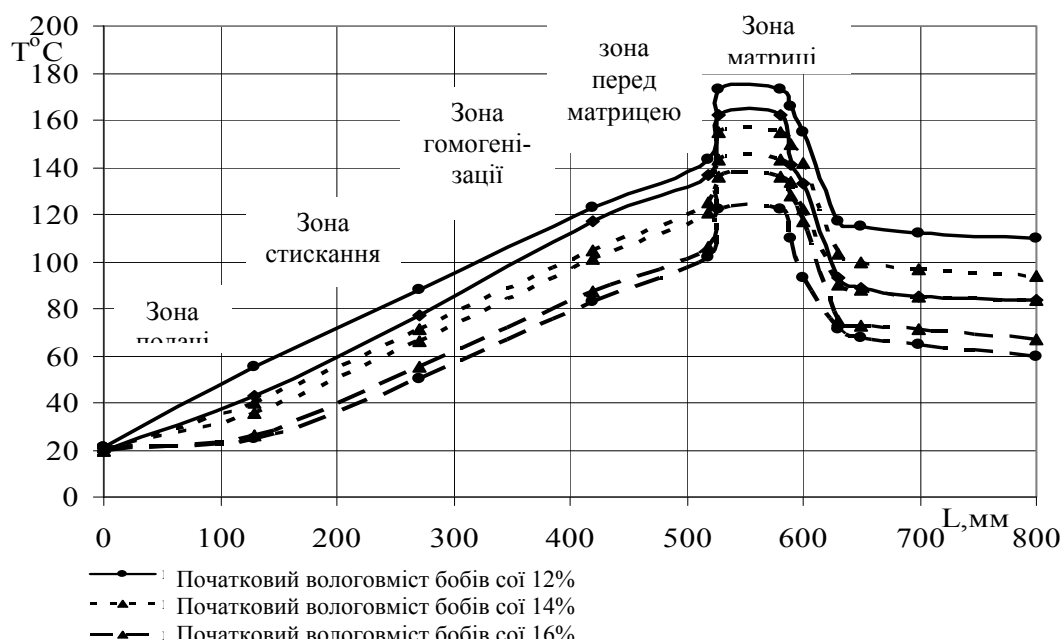


Рис.1 Динаміка зміни температур по довжині функціональних зон екструдера та на виході в залежності від вологовмісту сировини

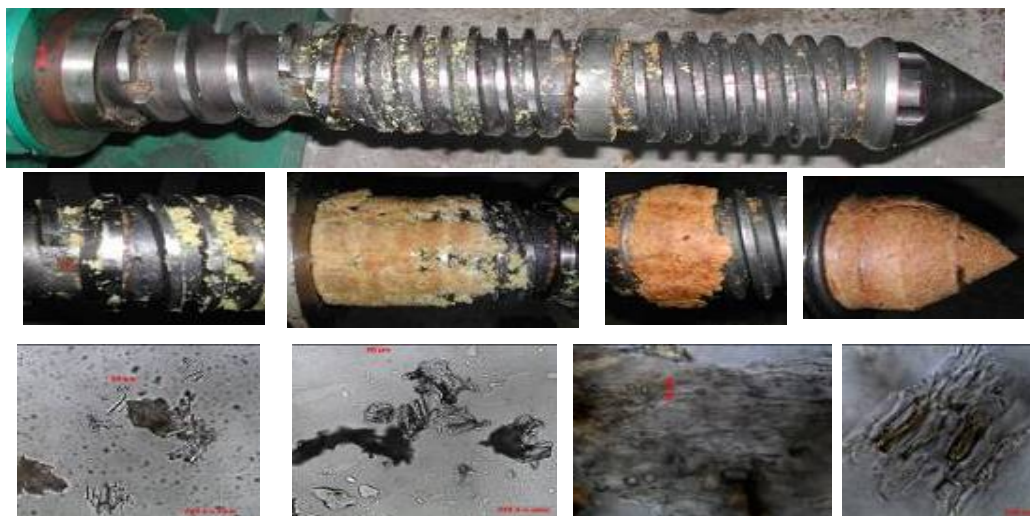


Рис.2 Динаміка зміни мікроструктури сої під час обробки в екструдері (по функціональним зонам шнека) (при збільшенні 320 св. поле) розриває структуру, а крохмаль знаходячись у в'язкому стані, “карамелізується”, утворюючи зшиту поперечну структуру макромолекул.

Також було проведено дослідження амінокислотного та вітамінного складу екструдованої сої в залежності від вмісту вологи і температури обробки. Результати показали, що екструзійна обробка завдяки короткотривалій дії (до 25с.) високих температур не впливає на склад амінокислот.

Таким чином, проведені дослідження та розрахунки показали, що використання екструдера дозволяє знизити енерговитрати на 30% і отримати збалансований за складом білків, жирів і вуглеводів корм з тривалим терміном зберігання.

УДК 536.423+532.52

ОПИС ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВАКУУМНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ МИТТЄВОГО СКИДАННЯ ТИСКУ В ОБ'ЄМІ ТА ПРИ ВИТІКАННІ РІДИНИ

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

Один з напрямків дослідницької діяльності Інституту технічної теплофізики НАН України - це дискретно-імпульсне введення енергії (ДІВЕ), теоретичні і прикладні основи якого спрямовано на інтенсифікацію тепломасопереносу в багатофазних не рівноважних системах і реалізовані в теплотехнологіях різних галузей промисловості. Апарати, що реалізують механізми ДІВЕ успішно працюють в багатьох галузях промисловості, наприклад, вакуумні гомогенізатори, диспергатори та емульгатори працюють на багатьох підприємствах молочної промисловості країн СНД, роторно-пульсаційні апарати - в фармацевтичній, харчовій, переробній та інших галузях, а також розроблено безліч конструкцій ферментаторів, аераторів і сатураторів, що задіяні в різних галузях вітчизняної промисловості [1,2,3].

Суть методу ДІВЕ полягає у створенні умов, що забезпечують при локальному введенні енергії в технологічну систему, її дискретний розподіл у просторі і імпульсну дію в часі. Отже, головною умовою методу ДІВЕ є досягнення максимально високого значення тиску і його скидання за мінімальний проміжок часу.

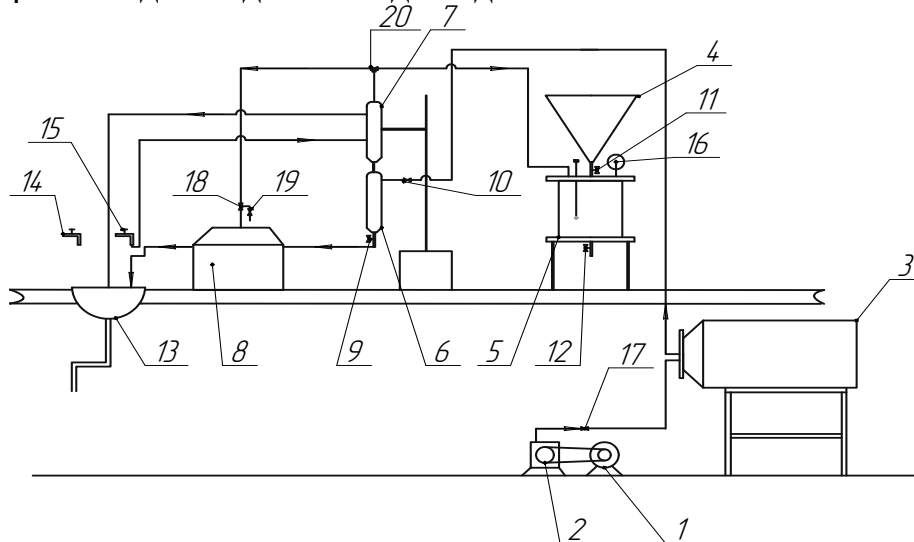
Протягом останнього часу було встановлено, що ці процеси впливають на властивості води, в зв'язку з цим виникла необхідність більш поглибленого дослідження процесів, що ґрунтуються на механізмах ДІВЕ для обробки води. Тому, для дослідження впливу на властивості води процесів миттєвого скидання тиску в об'ємі і при витіканні рідини було спроектовано і виготовлено експериментальний вакуумний стенд (рис. 1), що дозволяє проводити процес у двох режимах: в об'ємі та при витіканні [4].

Експериментальний вакуумний стенд складається з трьох основних вузлів: вакуумна група, за допомогою якої створюється необхідне розрідження в системі, це позиції 1-3 на рис.1, групи організації процесу скидання тиску в об'ємі поз. 8,18,19 та організації процесу витікання – поз. 4,5,11,12,16.

Принцип роботи експериментального вакуумного стенду полягає в створенні розрідження шляхом миттєвого скидання тиску. Спочатку створюється розрідження в ресивері 3 і в залежності від організації процесу (в об'ємі чи при витіканні) використовується ємкість 5 чи ємкість 8.

При дослідженні процесу витікання, досліджуваний зразок рідини заливається в завантажувальну ємкість 4 і відкривається кран 11. Зразок через насадку пропускається в камеру 5. Після закінчення витікання відбувається розгерметизація камери 5, потім зразок відбирається за допомогою крану 12.

При дослідженні процесу скидання тиску в об'ємі, зразок міститься в камеру 8, де герметично закривається, за допомогою крана 18 створюється розрідження. При досягненні необхідного рівня розрідження кран закривається і зразок витримується протягом необхідного часу. Потім зразок відбирається для подальших досліджень.



1 - двигун вакуумного насоса; 2 - вакуумний насос; 3 - ємкість ресивера; 4 - завантажувальна ємкість камери; 5 - камера для організації процесу витікання; 6, 7 - холодильник; 8 - ємкість для організації процесу скидання тиску в об'ємі; 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19 - технологічні перемикачі; 13 - злив; 16 - датчик вимірювання тиску.

Рис. 1 – Схема експериментального вакуумного стенду

На експериментальному вакуумному стенді проведено дослідження впливу миттєвого скидання тиску на властивості води, термолабільних рідин та інших речовин. При дослідженні можливо змінювати глибину розрідження від $9,81 \cdot 10^4$ Па до $20 \div 10$ кПа, температуру досліджуваного зразка від 278 К до 373 К та час обробки.

Перелік посилань:

1. Дискретно-импульсный ввод энергии / [Долинский А.А., Басок Б.И., Накорчевский А.И. Шурчкова Ю.А.]. – К.: ИТТФ НАНУ, 1996. – 196 с.
2. Долинский А.А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии / Долинский А.А., Иваницкий Г.К. – Киев: Наукова думка, 2008 – 381 с.
3. Накорчевский А.И. Гидродинамика и тепломассоперенос в гетерогенных системах и пульсирующих потоках / Накорчевский А.И., Басок Б.И. под ред. Долинского А.А. - Киев: Наукова думка, 2001. – 347 с.
4. Сланік А.В. Використання механізмів дискретно-імпульсного введення енергії для обробки води: дис. канд. техн. наук: 05.14.06 / Сланік Аліна Василівна. – К., 2010. – 203 с.

УДК 637.13

РОЛЬ ПРОЦЕСІВ АДІАБАТНОГО ЗАКИПАННЯ ТА КАВІТАЦІЇ ПРИ ОБРОБЦІ МОЛОКА ЗА ТЕРМОВАКУУМНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

к.т.н. Целень Б.Я., Недбайло А.Є.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

В ІТТФ НАН України розроблені технологія і обладнання для термовакуумної обробки молока, що дозволяє підвищувати термостійкість, знижувати кислотність та покращувати мікробіологічні показники, впливати на дисперсність жирової фази молока. Виявлення механізмів отримання таких ефектів має доцільність з наукової та практичної точки зору.

У термовакуумній технології задіяні такі теплофізичні процеси як адіабатне закипання та кавітація. Попередні дослідження впливу даної технології на властивості води встановили, що збільшення рН до 30% та збереження даного показника у часі пов'язано з видаленням CO_2 та змінами в структурі води [1]. Основними механізмами впливу на рН води є зростання парових бульбашок, утворення плівкових структур в потоці при його адіабатному закипанні, захоплення бульбашок при кавітації, високі напруги зсуву в макро- та мікропотоках.

Вода в молоці є розчинником. Молоко на 87% складається з води, з них до 75% - у вільному стані, тому зміна показників води суттєво впливає на структури молока, а особливо на білкову фазу. Зміна водневого показника призводить до переваги іонів OH^- над іонами H^+ . Це викликає іонізацію карбооксильної групи білка, надає йому від'ємного заряду та агрегаційної стійкості у розчині.

Під час обробки молока досягається ефект гомогенізації жирової фази. Проведені дослідження встановили, що подрібнення молочного жиру відбувається завдяки зсувним напругам в макропотоках при адіабатному закипанні. Значну увагу в ІТТФ НАН України було приділено вивченню динамічних характеристик бульбашок в процесах адіабатного закипання [2]. Швидкості та прискорення зростання парових бульбашок в каналі адіабатного закипання відповідно становлять 4 м/с та 10^5 м/с², а часовий масштаб процесів вимірюється мікросекундами.

По тракту апарата термовакуумної обробки розміщено чотири відцентрових насоса. Згідно з технічною документацією допустимий кавітаційний запас насоса $\Delta h_{\text{дон}} = 4$ м. Умовою відсутності кавітації при роботі насоса є перевищення його кавітаційного запасу над допустимим значенням ($\Delta h \geq \Delta h_{\text{дон}}$) [3]. Розрахунки показують, що кавітаційний запас для всіх насосів установки не перевищує 0,4 м, що значно нижче допустимого значення.

Експериментальні дослідження показали, що всі насоси працюють в нестабільному режимі, особливо ті, які відкачують рідину з камер апарата

в нагрівач і холодильник [4]. Це пояснюється тим, що тиск парорідинної суміші різко підвищується на величину порядку 200 кПа. На виході з цих насосів спостерігаються пульсації тиску з амплітудою 100÷400 кПа і частотою порядку 1÷2 Гц.

При розрахунку енергетичних витрат на роботу апарата встановлено, що витрати енергії на роботу відцентрових насосів складають близько 12% від загальних витрат. Так як при розвиненій кавітації падіння ККД насоса не перевищує 4,5% [5], то величину енергетичних витрат внаслідок кавітаційних явищ у насосах можна вважати незначною.

В отриманні якісної емульсії молока кавітаційні механізми відіграють важливу роль, оскільки вони характеризуються більш високими швидкостями та прискореннями захоплення кавітаційних бульбашок ніж при адіабатному закипанні, а часовий масштаб таких процесів вимірюється наносекундами. Це обумовлює вплив кавітаційних процесів на зменшення розміру білкових структур, що є важливим при формуванні оболонки жирової кульки.

Комбінація процесів кавітації, адіабатного закипання та термічних ефектів апарата значно впливає на мікробіологічні показники молока. Суттєве пригнічення мікрофлори в технології термовакuumної обробки пов'язано з різкими перепадами тиску, які впливають на клітинні стінки мікроорганізмів. Температурний режим обробки також дає свій внесок при пригніченні мікрофлори.

Отже, комплексний вплив процесів адіабатного закипання та кавітації мають визначальне значення при обробці молока за термовакuumною технологією. Крім того, необхідно наголосити, що процеси кавітації суттєво не впливають на споживання енергії в технології, а практика застосування розроблених в ІТТФ НАН України насосів показала їх високу стійкість до зношування.

Перелік посилань:

1. Сланік А.В. Використання механізмів дискретно-імпульсного введення енергії для обробки води: Автореферат дис. канд.техн. наук.—Київ, 2010, 23с.
2. А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий. Тепломасообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных системах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии. Киев: Наукова думка. 2008, 381с.
3. Каминер А.А., Яхно О.М. Гидромеханика в инженерной практике. - Киев: Техника, 1987, 175 с.
4. Целень Б.Я. Тепломасообмін та гідродинаміка при термовакuumній обробці рідин: Автореферат дис. канд. техн. наук, - Київ 2010. – 21с.
5. М.М.Флоринский, В. В. Рычагов. Насосы и насосные станции: учеб. для вузов. - 3-е изд. - М.: Колос, 1967, с - 386.

УДК 532.137: 666.97

ПРОЦЕС ПЛИНУ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ У ПІРАМІДАЛЬНОМУ КАНАЛІ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА

к.т.н., доц. Воронін Л.Г., к.т.н., доц. Андреев І.А., магістрант Смірнова К.О.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Тонкий шар цементно-піщаного розчину при віброекструзії отримують за допомогою дозатора-живильника. Для вдосконалення формування шару розчину були запропоновані конструкції дозаторів-живильників, які виключають утворення «застійних» зон і забезпечують отримання джгутів цементно-піщаного розчину зі стабільними формою і якістю. (патенти України №№ 49251, 54489). Подача розчину на транспортер при цьому здійснюється через квадратні у поперечному перерізі збіжні канали. Аналітичних формул для опису плин у таких каналах не існує.

При розгляді процесу плин використовується феноменологічний підхід, який приймає цементно-піщаний розчин, як однорідне ізотропне середовище, про структуру якого робляться лише загальні застереження. Враховується, що в умовах вібрації, яка створюється стандартними вібраторами, розчин являє собою псевдоньютонівську систему.

Вважається, що в процесі дозування висота шару суміші у каналах дозатора-живильника підтримується постійною.

Розрахункова схема процесу плин цементно-піщаного розчину в каналі дозатора-живильника наведена на рисунку 1.

Для зручності розрахунку початок прямокутних координат (x', y', z') вибрано у центрі основи зрізаної піраміди. Для розрахунку складової швидкості u_z у напрямку осі z' у пірамідальному каналі за допомогою відомої з літератури формули, позначимо $x' = x - \frac{W}{2}$, $y' = y - \frac{W}{2}$.

Тоді розподіл швидкості u_z у поточному квадратному поперечному перерізі пірамідального каналу можна записати у вигляді:

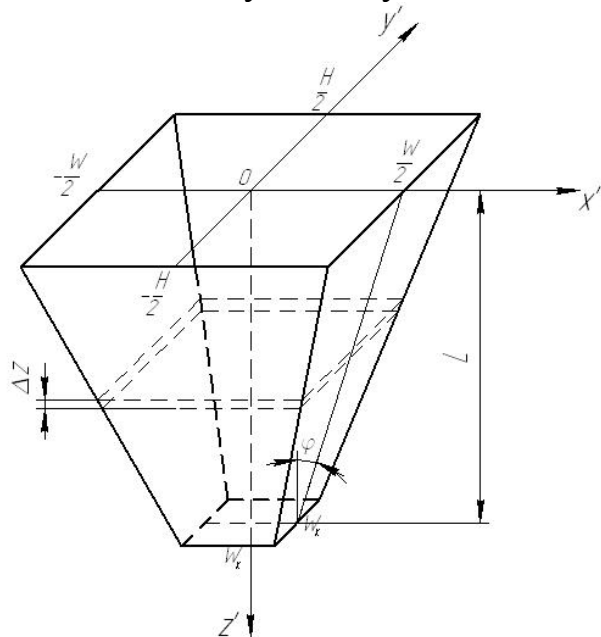


Рис. 1 – Розрахункова схема процесу плин розчину у пірамідальному каналі

$$u_z = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \left[\frac{y'^2 - \frac{H^2}{4}}{2} + \frac{4H^2}{\pi^3} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^3} \cdot \sin\left(\frac{n\pi\left(y' + \frac{H}{2}\right)}{H}\right) \cdot \frac{ch\left(\frac{n\pi x'}{H}\right)}{ch\left(\frac{n\pi W}{2H}\right)} \right],$$

де p – тиск, Па; $\frac{m}{c}$; $W = H$ – поточні сторони основи пірамідального каналу, м; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, Па·с.

Приймаємо, що в елементарному об'ємі висотою Δz ($0 \leq z \leq L$), $\frac{\partial p}{\partial z}$ є сталою і обчислюється за формулою

$$\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{\mu Q}{-\frac{WH^3}{12} + \frac{16H^4}{\pi^5} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^5} \cdot th\left(\frac{n\pi W}{2H}\right)}, \text{ де } Q \text{ – витрата, } \frac{m^3}{c}.$$

Висота стовпа суміші в каналі дорівнює L . Сторони елементарного квадратного перерізу обчислюються через поточні значення координати $z_i = z_{i-1} + \Delta z$ ($i = 1, 2, \dots$) за формулою $W = H = 2(L - z_i) \operatorname{tg} \varphi + W_k$, де W_k – сторона меншої основи пірамідального каналу, м; φ – кут нахилу висоти каналу до бічної грані, град.

Для визначення зміни складової швидкості плинину u_z по перерізу каналу дозатора-живильника була розроблена програма розрахунку на ПЕОМ. Результати виконання розрахунку наведені на рисунку 2.

На рисунку 2 позначені: u_{max} – максимальна швидкість плинину ньютонівської рідини в центрі каналу, м/с.

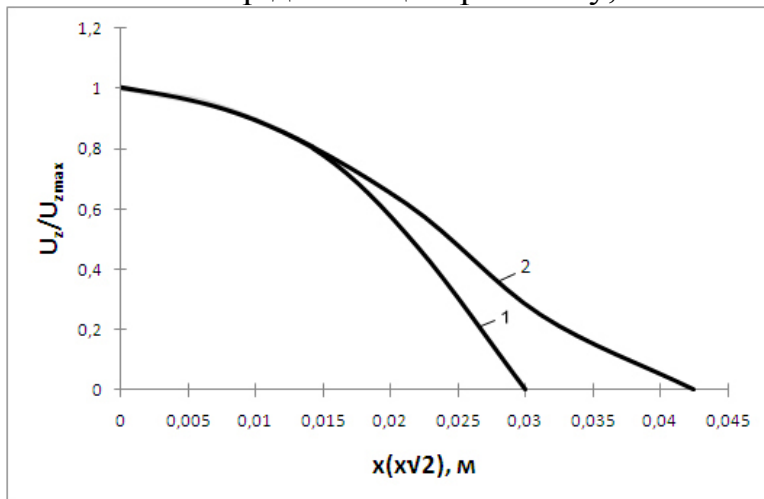


Рис. 2 – Розподіл відносних швидкостей $\frac{u_z}{u_{zmax}}$ на однаковій відстані $\frac{H}{2}$ від пари плоских поверхонь (1) і по діагоналі (2) каналу

Розподіл швидкостей було отримано на виході з каналу висотою $L = 0,25$ м зі стороною меншої основи пірамідального каналу $W_k = 0,06$ м при куті нахилу бічної грані пірамідального каналу до вертикалі $\varphi = 30^\circ$ і витраті $Q = 2 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{c}$.

УДК 533.581;621.593

ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ У ВИРОБНИЦТВІ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

к.т.н., доц. Рябцев Г.Л., магістрант Олійник О.С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сучасному етапі розвитку продуктивних сил суспільства енергоносії є стратегічним виробничим ресурсом. У структурі їх використання (споживання) найбільшу питому вагу займають невідновні енергетичні ресурси, а саме нафта, газ та вугілля.

Упродовж останнього десятиріччя розвинені держави почали запроваджувати енергозберігаючі технології в економіці та шукати і використовувати нові, переважно нетрадиційні відновлювальні, джерела енергії. Таким джерелом енергії є олія(льону, сої,ріпаку та інших культур), яку використовують для виробництва біодизельного палива.

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 сформульовано такі задачі:

– визначено предмет і об'єкт дослідження – процеси переносу у виробництві біодизельного палива на прикладі дослідження змішування інгредієнтів для одержання кінцевого продукту і технологічних параметрів процесів переносу що впливають на його реалізацію;

– сформульовано науково-технічну проблему, що полягає у відсутності обґрунтування вибору і комбінування найефективніших методів виробництва біодизельного палива для досягнення цілей енерго й ресурсо збереження та збільшення виходу продукту;

– встановлено, що одним з ефективних методів інтенсифікації хіміко-технологічних процесів в рідинах є дія кавітації(гідравлічної чи ультразвукової) на оброблюване середовище. Кавітація є засобом локальних концентрації енергії низької густини у високу густину енергії, пов'язану з пульсаціями і закриттям бульбашок кавітації. Тому її широко застосовують для інтенсифікації хіміко-технологічних процесів, зокремо в процесах одержання біодизельного палива;

– проведено експериментальні дослідження що засвідчили корисний вплив кавітації на оброблюване середовище; на основі одержаних експериментальних даних перевірено адекватність математичної моделі і зроблено висновки стосовно можливості її застосування для опису процесу кавітації;

– запропоновано технологічну схему виробництва біодизельного палива та розроблено рекомендації щодо її впровадження.

Основні результати роботи опубліковано в трьох статтях [4-6] та апробовано на трьох науково-практичних конференціях [1-3]. Отримано три патенти на корисну модель [7-9].

Перелік посилань:

1. Рябцев Г.Л., Олійник О.С., Гладкова О.О. //Зб. тез. доп. XIII Міжнар.наук.-практ.конф. «Екологія. Людина. Суспільство».– К.: НТУУ «КПІ», 2010. –С. 227
2. Рябцев Г.Л., Олійник О.С.// Зб. Тез.доп. VI Всеукр. наук.-практ. конф. «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів». –К.:НТУУ «КПІ»,2010.–86-87
3. Рябцев Г.Л., Олійник О.С.// Зб. Тез. доп. VII Всеукр. наук.-практ. конф. «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» .–К.:НТУУ «КПІ»,2010.–48-49
4. Колосов О.Є, Рябцев Г.Л., Сідоров Д.Е., Олійник О.С.,// Вісник Нац. Техн. ун-ту України «Київ. Політехн. Ін.-т»; серія «Хім інженерія, екологія та ресурсозбереження».–2010.–№1.–С.63-69
5. Колосов О.Є, Рябцев Г.Л., Сідоров Д.Е., Олійник О.С.,// Вісник Нац. Техн. ун-ту України «Київ. Політехн. Ін.-т»; серія «Хім інженерія, екологія та ресурсозбереження».–2010.–№2.–С.71-75
6. Мікульонок І.О., Рябцев Г.Л., Олійник О.С., Максимук Д.О.// Наукові вісті Нац. Техн. Ун-ту України «Київ. Політехн. Ін.-т»; серія « Хімічні і біологічні науки та технології». –2010.–№3.– С.100-105.
7. Патент №54917 України. МПК(2009) B01F 3/00 C 12 M/00. Кавітаційний змішувач./ Мікульонок І.О., Рябцев Г.Л., та інш.–Опубл. 25.11.10, Бюл.№22
8. Патент №54912 України. МПК(2009) B01F 3/00 C10L/00.Модульна біодизельна установка./ Колосов О.Є, Рябцев Г.Л., та інш.– Опубл. 25.11.10, Бюл.№20
9. Патент №54914 України. МПК(2009) C10L/00.Спосіб одержання біопалива для дизеля./Колосов О. Є, Рябцев Г.Л., та інш.– Опубл. 25.11.10, Бюл.№21

УДК 666.3.042

ПРОЦЕСИ ДОСУШУВАННЯ І ВИПАЛУ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

к.т.н. Пилипенко Р. А., Логвіненко Д. М., магістрант Олійник Є.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день промисловість будівельної кераміки є однією з найбільших в Україні. З кожним днем зростають обсяги виробництва і асортимент виробів для забезпечення попиту будівельного ринку в якійсій продукції.

Як відомо якість готової продукції напряму залежить від режиму випалу заготовок. В свою чергу вибір режиму випалу керамічної цегли базується на фізико-хімічних властивостях вихідної сировини, способі формування заготовки, на типі і конструкції наявного обладнання [1].

Україна має багато родовищ різноманітних глин: потужних і малих. Зазвичай кожен цегляний завод використовує в якості сировини глину місцевого родовища. Склад глини різних родовищ суттєво відрізняється. Багато глин досліджено і їх властивості відомі, але виробка кар'єрів та освоєння нових горизонтів залягання глин потребують постійного уточнення властивостей глин старих і нових розробок.

Саме тому для кожного конкретного виробництва необхідне детальне дослідження і розробка індивідуальних режимів випалу, внесення відповідних модернізацій в конструкції апаратів.

У зв'язку з цим інтенсифікація виробництва будівельної цегли та підвищення її якості при скороченні затрат палива та електроенергії є актуальною і важливою задачею.

Основними споживачами теплової енергії в процесі виробництва цегли є сушила та випалюючі печі, тому розробка нових і вдосконалення існуючих конструкцій цих агрегатів, систем і обладнання для їх опалення, інтенсифікація процесів нагріву, скорочення втрат тепла та витрат палива основними задачами галузі.

Тенденції в інтенсифікації сушки нагрітим повітрям [2] – [4] спрямовані на підвищення температури і швидкості теплоносія, його рециркуляцію, на ведення процесу сушки з різною швидкістю, на керуваність вмісту вологи у теплоносії, та інші заходи. На сьогоднішній день відомо, що на деяких заводах ЄС вже реалізована температура сушки при 180 °С із застосуванням інтенсивної рециркуляції теплоносія [2].

Метою даної роботи є встановлення методами натурного і аналітичного досліджень умов можливості прискорення випалу керамічної цегли напівсухого пресування і проведення реконструкції системи опалення типового проекту тунельної печі потужністю 25 млн. шт. умовної

цегли на рік з метою підвищення якості цегли і зменшення питомих витрат палива на її випал.

Для досягнення поставленої мети проводилися лабораторні експерименти, було підібрано фізичну і математичну моделі. Проведені лабораторні дослідження були спрямовані на визначення оптимальних технологічних параметрів випалу заздалегідь підсушених до рівноважної вологості натурних зразків керамічної цегли напівсухого пресування з глини Чечельницького родовища, для отримання готової продукції з заданими фізико-механічними властивостями. Роботи проводилися спільно з Інститутом газу НАН України.

Дослідження процесу випалу керамічної цегли проводилися на типовій лабораторній печі опору СНОЛ 16254/11-М1 з регулятором температури на базі оптосимістора виробництва львівського підприємства «Термоприлад».

На основі даних отриманих в ході проведення експериментів було побудовано графічну залежність температурного поля цеглини від часу, що в свою чергу, дозволило перевірити адекватність прийнятої математичної моделі.

Перевірка адекватності моделі процесу випалу керамічної цегли показує задовільні результати. Це дає можливість використовувати її для практичних розрахунків.

Співставлення експериментальних даних і розрахункових показує, що експериментальні різняться відносно розрахункових. Це можна пояснити допущеннями математичної моделі, оскільки математична модель дає певне усереднення значень.

Перелік посилань:

1. Нохратян К.А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики. – М.: Госстройиздат, 1968. – 526 с.
2. Энергосбережение в производстве кирпича и керамики. Instituto para la Diversification y Ahorro de la Energia, European commission Directorate – General for energy, Державний комітет України з енергозбереження. К., 1997.
3. Жуков Д. В. Скоростная сушка кирпича сырца. М., Госстройиздат, 1959.
4. Красильникова З.С. Исследование влияния золы ТЭС на сушильные свойства глиномасс при разработке скоростных параметров сушки изделий строительной керамики. Диссер. на соискание учен. степени.к. т. н.. К., 1975.

УДК 504.55:628.398

ПРОЦЕС ТЕПЛООБМІНУ В СХОВИЩІ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістрант Михальчук О.Д.
Національний 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 .

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.

Процес теплообміну можна умовно поділити на дві складові: теплообмін в горизонтальній площині через циліндричну стінку та у вертикальній площині через плоске днище контейнера. Для отримання теоретичних даних складено одновимірну математичну модель процесу охолодження контейнера. Вона описується диференціальним рівнянням в часткових похідних.

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

- для плоского днища;

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

- для циліндричної стінки контейнера.

де $a = \frac{\lambda}{\rho C_p}$ - коефіцієнт теплопровідності, 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.

Розрахунок було проведено для плоского днища контейнера. 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.

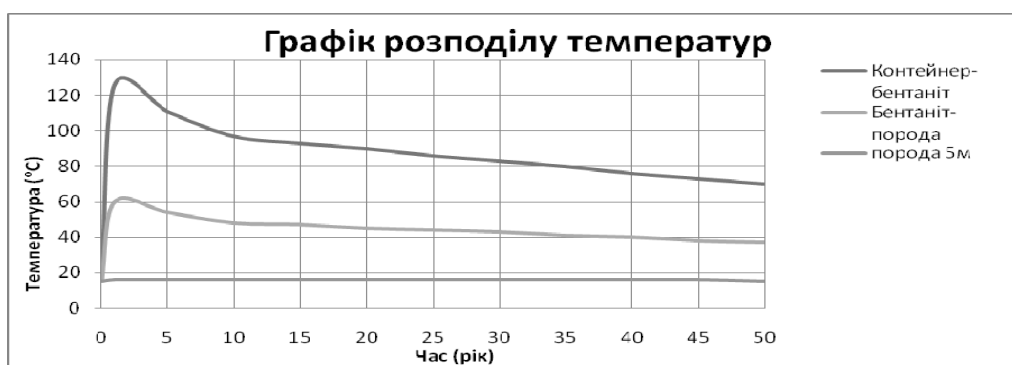


Рисунок 1 – графік розподілу температур

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)

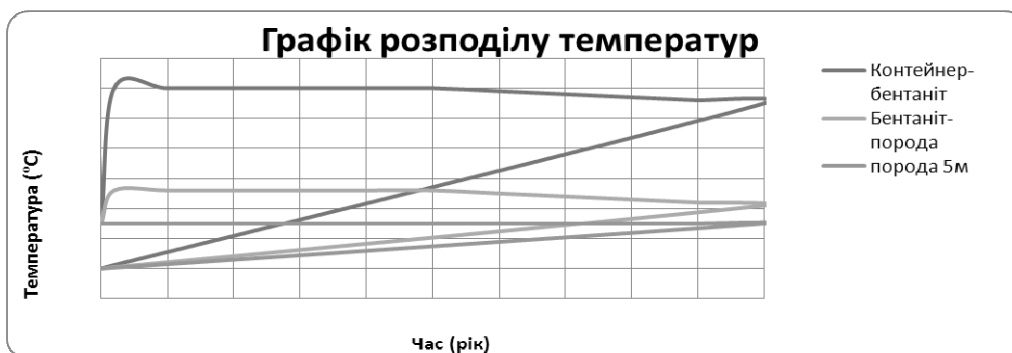


Рисунок 1 – графік розподілу температур при використанні теплообмінника

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

УДК 665.63-403/405

ПРОЦЕС ОДЕРЖАННЯ ПАЛИВА ВИСОКОЇ ЯКОСТІ НА НАФТОПЕРЕРОБНОМУ ЗАВОДІ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

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 цієї роботи є розроблення наукових основ та експериментальне дослідження процесів переносу у виробництві якісного палива на міні-НПЗ, створення методик розрахунку апаратів для одержання кінцевого продукту, надання рекомендацій щодо їх практичного впровадження. Для досягнення цієї мети сформульовано такі задачі:

– визначено предмет і об'єкт дослідження – процеси переносу при одержанні високооктанового бензину на міні-НПЗ, зокрема кавітаційна обробка нафтової сировини з метою збільшення виходу легких фракцій та первапараційна обробка прямогінного бензину для вилучення високооктанової компоненти, а також технологічні параметри кавітації нафтової сировини і первапарації прямогінного бензину, що впливають на реалізацію процесу;

– сформульовано дві науково-технічні проблеми:

нафтова сировина, яку переробляють на вітчизняних міні-НПЗ, містить велику частку важких вуглеводнів, що зменшує вихід легких бензинових фракцій. Щоб збільшити останній, слід застосувати процес, що зруйнує С–С-зв'язки важких вуглеводневих молекул.

товарний бензин, що виробляють вітчизняні міні-НПЗ, має невисокі експлуатаційні характеристики, що не дозволяють використовувати його як паливо для сучасної сільськогосподарської техніки. Щоб забезпечити потрібні показники якості бензинів, необхідно застосовувати процеси, які дозволяють належним чином змінити фракційний склад прямогінного бензину і не належать до традиційних деструктивних методів, застосування яких у схемах міні-НПЗ є економічно недоцільним.

– встановлено, що першу проблему можна вирішити, застосувавши для руйнування С–С-зв'язків один з ефективних методів інтенсифікації хіміко-технологічних процесів в рідинах – гідравлічну кавітацію. Кавітація

є засобом локальної концентрації енергії низької густини у високу густину енергії, пов'язану з пульсаціями і закриттям бульбашок кавітації. Тому її можна застосувати як альтернативу деструктивним процесам під час одержання палива на міні-НПЗ;

– установлено, що другу проблему можна вирішити, застосувавши первапорацію на силосанових мембранах для змінення фракційного складу прямогінного бензину, зокрема для збільшення його октанового числа і зменшення вмісту важких вуглеводнів, що погіршують експлуатаційні та екологічні характеристики товарного продукту;

– проведено експериментальні дослідження, що засвідчили корисний вплив кавітації та первапорації на оброблюване середовище; на основі одержаних експериментальних даних перевірено адекватність математичних моделей і зроблено висновки стосовно можливості їх застосування для опису процесів кавітації та первапорації;

– установлено, що найприйнятнішою сировиною для вітчизняних міні-НПЗ є східноукраїнська нафта, а також чорноморський, харківський та полтавський газовий конденсат;

– удосконалено методики розрахунку гідравлічного кавітатора для оброблення нафтової сировини та первапораційного модуля з трубчастими силосановими мембранами для фракціонування прямогінного бензину;

– запропоновано технологічну схему виробництва палива на міні-НПЗ та розроблено рекомендації щодо її впровадження.

Наукова новизна роботи полягає в отриманні енергії активації, достатньої для руйнування С–С-зв'язків у важких вуглеводнях нафти східноукраїнського родовища, а також коефіцієнтів проникності, дифузії та сорбції для системи прямогінний бензин – силосанова мембрана.

Основні результати роботи опубліковано в двох статтях [1-2] та апробовано на чотирьох науково-практичних конференціях. Отримано п'ять патентів на корисну модель, зокрема [3].

Перелік посилань:

1. Колосов О. Є, Рябцев Г. Л, Сідоров Д. Е., Максимук Д. О. // Вісник Нац. техн. ун-ту України «Київ. політехн. ін-т»; сер. «Хім інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2010. – №2. – С.71-75
2. Мікульонок І. О., Рябцев Г. Л., Олійник О. С., Максимук Д. О. // Наукові вісті Нац. техн. ун-ту України «Київ. політехн. ін-т»; сер. «Хімічні і біологічні науки та технології». – 2010. – № 3. – С.100-105.
3. Пат. 54917 Україна, МПК(2009) В01F 3/00 С 12 М/00. Кавітаційний змішувач / Мікульонок І. О., Рябцев Г. Л., Максимук Д. О. та ін. – Опубл. 25.11.10, Бюл. № 22.

УДК 625.7/8

**МОДИФІКОВАНИЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, З ВИКОРИСТАННЯМ
ВУЛКАНИЗОВАНОЇ РЕЗИНОВОЇ КРИХТИ ТА ПОЛІМЕРНОЮ
ДОБАВКОЮ VESTENAMER®**

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

Використання гумової крихти (ГК) в якості модифікатора для асфальту, забезпечує ряд переваг, у тому числі більш стійку поверхню дороги, що здатна до пружного деформування під дією навантаження на неї шинами автомобілів. Дорожнього покриття з ГК темніше і тому поглинає більше променевої енергії сонця, що допомагає краще прогріватися дорозі і розтоплювати ожеледицю. Крім того ГК також запобігає ковзанню. Однак існують обмеження в можливостях для хімічного зв'язку між асфальтенами і ГК, вони обумовлені складністю рівномірного розподілення ГК у асфальті. У результаті цих хімічних і фізичних обмежень, готові дороги, що містять ГК можуть розпливатися під навантаженням вантажних автомобілів а також в області розгону та гальмування автомобілів.

Тому задачею дослідження є поліпшення асфальто-гумової суміші, що покращує експлуатаційні характеристики асфальт-композицій, що містять ГК.

Поставлена задача вирішується створенням нової суміші. Поліпшена суміш в'язучого на основі резино-асфальту складається з асфальтобетону (80%- 99% від маси), гумової крихти (0,5%-20%), і VESTENAMER® (0,01%-10%). VESTENAMER® додається в сухому вигляді у розплавлений асфальт при температурі близько 160 С°, суміш перемішують поки VESTENAMER® не розчиниться. ГК може бути додана в гарячий асфальт разом з гранулами VESTENAMER® , або після того як вони були розчинені та розмішані.

В результаті дослідження були проведені експерименти з використанням асфальтобетон-ГК (суміш №1) та асфальтобетон-ГК-VESTENAMER® (з додаванням 2% та 4% модифікатора) (суміш №2 та №3). Результати подані на Рис.1, Рис. 2 та Рис. 3.

На даному етапі досліджень можна зробити попередні висновки про те, що при всьому діапазоні зміни кількості в'язучого асфальтобетону, в яких використовується ГК, з використанням полімеру мають кращі фізико-механічні показники стандартних властивостей.

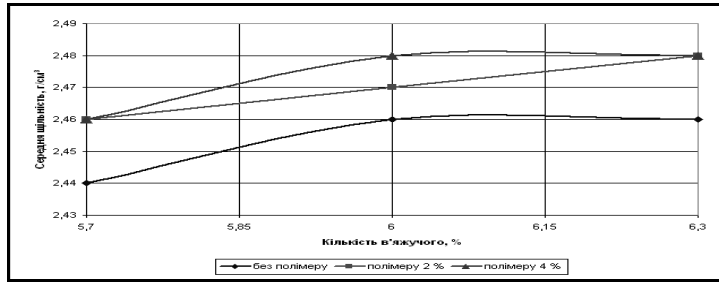


Рис. 1. Результати визначення середньої щільності суміші №1, №2 та №3

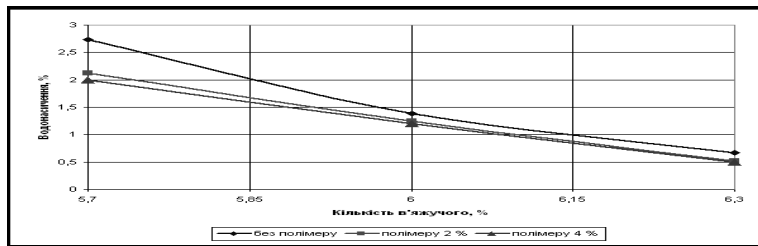


Рис. 2. Результати визначення водонасичення суміші №1, №2 та №3

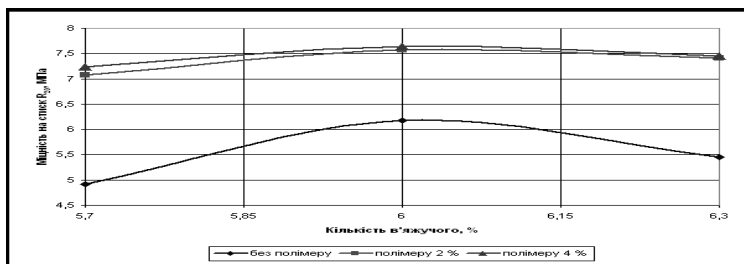


Рис. 3. Результати визначення міцності на стиск суміші №1, №2 та №3

VESTENAMER® має макромолекули, що мають кристалічну структуру, володіють низькою в'язкістю. Макромолекули мають високу частку вільних подвійних зв'язків, які дозволяють поєднуватися з іншими молекулами і утворювати еластичні полімери. Важливо, що коли VESTENAMER® плавиться - він має в'язкість і липкість, подібно меду. Ці властивості розплавленого матеріалу відіграють головну роль при змішуванні та склеюванні ГК з асфальтобетоном.

Перелік посилань:

1. Guneri Akovali «Polymers in construction». Rapra technology, UK, 2005. p. 270-280;
2. Золотарьов В.О. Про стабільність при збереженні бітумів, модифікованих полімерами //Дороги і мости. Збірник наукових статей. – 2006, випуск 5. – Київ.
3. Пактер М.К., Самойлова Е.Є., Братчун В.І., Беспалов В.Л., Гуляк Д.В. Дослідження початкових стадій одержання бітумополімерного в'язучого і асфальтобетону методом диференційної скануючої калориметрії//Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. Композиційні метериали для будівництва. – 2004-1(43) том1. – Макіївка. С.42-47.

УДК 614.84

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СПУЧУВАННЯ СИОЛІТУ

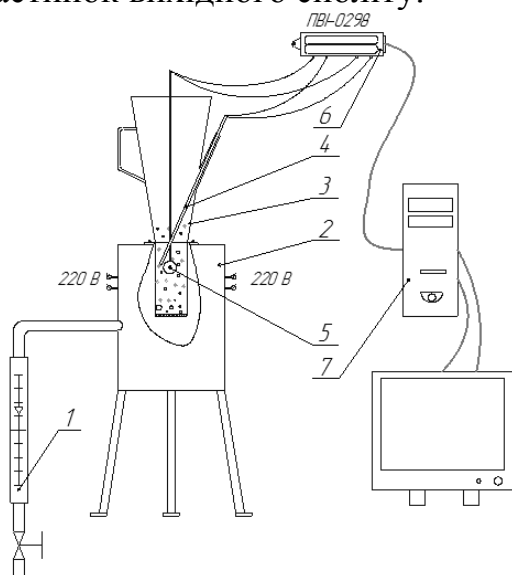
к.т.н. Собченко В.В., к.т.н. Ільєнко Б.К., магістрант Гріффен Ю.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Сиопор — ефективний неорганічний тепло- і звукоізолюючий силікатний матеріал, що виготовляється у вигляді пористих сферичних гранул. Основною сферою використання сиопору є будіндустрія. Розроблена технологія його виробництва, основи якої представлені [1].

Для відпрацювання робочих режимів та перевірки адекватності математичної моделі спучування сиоліту в псевдозрідженому шарі, представлений в роботі [2], необхідно експериментальним шляхом отримати такі залежності: насипної густини отриманого сиопору від розміру частинок вихідного сиоліту при заданій температурі псевдозрідженого шару; насипної густини отриманого сиопору від температури спучування при фіксованому значенні середнього розміру частинок вихідного сиоліту.



1 – ротаметр; 2 - електронагрівач;
3 - стакан; 4 - термопара; 5 - частка
матеріалу з вмонтованою термопарою
ХК (L) (-40...+600 °С); 6 - перетворювач
вимірювальний інтелектуальний ПВІ-
0298; 7 – комп'ютер.

Рисунок 1.1 - Схема лабораторної
установки КС-01

Експериментальні дослідження процесу спучування проводилися на базі Інституту газу НАН України. Використано дослідно-пілотну установку псевдозрідженого шару КС-01 (рисунок 1.1), яка призначена для відпрацювання температурного й аеродинамічного режимів спучування сиоліту.

Повітря, попадаючи в установку КС-01, нагрівається електронагрівачем 2, що складається з двох секцій по 1,5 кВт кожна. Кожна секція включається в електромережу окремо. Через систему повітророзподільних каналів повітря попадає в стакан 3, закріплений зверху затискачами. Стакан зроблений з нержавіючої сталі внутрішнім діаметром 60 мм із перфорованим дном і розширеною

верхньою частиною.

У стакані мається гніздо для кріплення термопари 4 ХК (L) (-40...+600 °С). Термопара, зв'язана з вторинним приладом 6. Прилад являє собою перетворювач вимірювальний інтелектуальний ПВІ-0298, який використовується сумісно з комп'ютером 7. Діапазон вимірювального перетворення температур від -200 до 1999 °С. Виміри ПВІ-0298 визначають температуру псевдозрідженого шару і зберігаються на комп'ютері в вигляді архівного текстового файлу.

В якості робочого матеріалу використовувалися проби термопідготовленого сіоліту шести фракцій 0,63-5,0 мм. Залежність насипної густини сіопору від розміру вихідних частинок сіоліту приведена в графічному вигляді на рисунку 1.2.

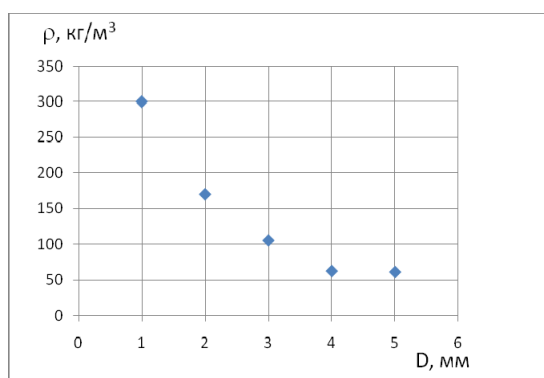


Рисунок 1.2 - Залежність насипної густини сіопору (ρ , кг/м³) від середнього розмірів фракцій вихідних часток сіоліту (D_0 , мм) при температурі псевдозрідженого шару 250 °С.

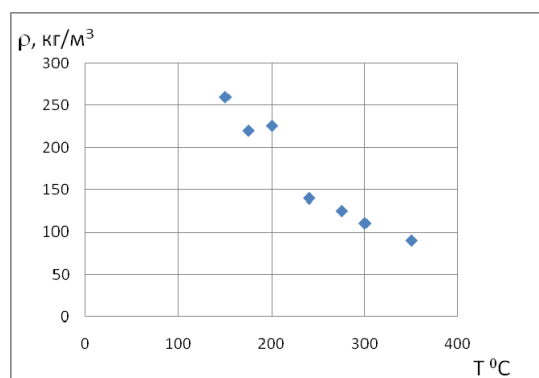


Рисунок 1.3 - Залежність насипної густини сіопору (ρ , кг/м³) від температури термообробки (T , °С) для сіоліту фракції 0,63-6,0 мм зі вмістом 17% NaOH і $W_{поч} = 35\%$ (визначається умовами виготовлення сіоліту).

Для великих часток у дослідженому діапазоні (3 - 5 мм) насипна густина отриманого сіопору залишається практично незмінна.

Графічна залежність насипної густини сіопору від температури спучування сіоліту приведена на рисунку 1.3.

Перелік посилань:

1. Собченко Виктор: Хвастухин Ю.И., Эйне И.А., Когута Н.К., Роман С.Н., Собченко В.В. Получение в псевдоожигенном слое пористого материала – сіопора // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2002. - №5. - С.19-24.
2. Гріффен Ю.О., к.т.н. Собченко В.В., к.т.н. Ільєнко Б.К. Фізична та математична модель процесу спучування// Збірник тез доповідей VII науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"-2010-С.25-26

УДК 678.023

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ЕКСТРУЗІЯ ТЕРМОПЛАСТІВ

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

На сьогоднішній день в процесах екструзії найпоширенішим обладнанням є одночерв'ячні екструдери, на яких базується більшість технологічних ліній. У випадках, коли необхідна підвищена пластикація, введення домішок, фарбування, спінення, наповнення, переробка композиційних матеріалів чи вакуумування розплаву одночерв'ячні екструдери не завжди можуть забезпечити достатньо високий рівень переробки, із-за тісного взаємозв'язку процесів, які протікають в циліндрі екструдера, і неможливості їх оптимізації. З цією метою все частіше використовують каскадні екструдери, в основу конструкції яких закладений принцип розділення технологічного процесу на основні окремі операції з можливістю автономного керування ними. Це дозволяє встановлювати раціональні режими роботи виділених операцій при якісному веденні всього технологічного процесу.

Під каскадом екструдерів як правило розуміють поєднання двох і більше екструдерів у різній послідовності. Слід зазначити, що у зв'язку з наростаючими вимогами до якості розплаву, його температурної та механічної гомогенності однією із важливих характеристик екструдера є його змішувальна здатність. Тому на першій стадії встановлюється розплавлювач-гомогенізатор (одно-, двочерв'ячний або дисковий екструдер), який відповідає даній вимозі, а на другій – дозуючий насос. Все частіше в цій якості використовується шестеренний насос, який має дві основні переваги у порівнянні з традиційним черв'ячним екструдером:

- По-перше він згладжує пульсації потоку розплаву, викликані нерегулярними процесами в зонах живлення та плавлення, що дає можливість зменшити допуски на товщину, і таким чином економити матеріал та енергію на його перероблення.

- По-друге комбінація шестеренного насосу і розплавлювача-гомогенізатора дає змогу зменшити сумарні витрати на переробку полімеру за рахунок зниження тиску в екструдері, внаслідок чого зменшується генерація надлишкового тепла [1].

Потужність приводу шестеренного насосу, який призначений для перекачування високов'язких розплавів полімерів витрачається на створення тиску та на подолання сил тертя. В нашому випадку сили тертя в зазорах досягають значних величин, тому при визначенні потужності необхідно враховувати вплив цих сил. Загальна формула потужності може бути записана у наступному вигляді:

$$N_{\text{заг}} = N_{\Delta P} + N_{\text{тр}} \quad (1)$$

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

$N_{\text{тр}}$ – потужність, що витрачається на подолання сил тертя в зазорах насосу.

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

$$N_{\Delta P} = \Delta P \cdot Q_{\phi} \quad (2)$$

де ΔP – перепад тисків на вході і виході шестеренного насос;

Q_{ϕ} – фактична продуктивність, розрахунок якої, наведений у [2].

Для визначення потужності, що витрачається на подолання сил тертя в насосі використаємо плоско-паралельну модель руху рідини в каналах шестеренного насосу. При цьому в плоских зазорах насосу рух рідини одно направлений, а в міжзубних впадинах шестерень відбувається циркуляція рідини.

Для аналізу потужності в міжзубних впадинах необхідно розглянути компоненти швидкості по V_y та V_z . Якщо прийняти наступні припущення:

- рідина вважається однорідною, нестисливою, ізотермічною та ізотропною;
- течія вважається сталою та повільною, тому членами, які виражають прискорення можна знехтувати;
- в'язкість є функцією температури та швидкості зсуву;
- ширина каналу значно більше за його висоту;

То рівняння руху приймають вигляд:

$$\frac{1}{\mu} \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial y} \right) = \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\mu} \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial z} \right) = \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \quad (4)$$

Рішення рівнянь (3), (4), при граничних умовах $v_{y(0)} = 0$; $v_{y(H)} = -v_x$ та $v_{z(0)} = 0$; $v_{z(H_1)} = -V_x$ відповідно, дає змогу визначити компоненти швидкості у вигляді:

$$v_y = z \cdot \left(\frac{V_x}{H} \right) \cdot \left[2 - \left(3 \cdot \frac{z}{H} \right) \right] \quad (5)$$

$$v_z = y \cdot \left(\frac{V_x}{\epsilon_1} \right) \cdot \left[2 - \left(3 \cdot \frac{H}{\epsilon_1} \right) \right] \quad (6)$$

Тоді загальні втрати потужності на циркуляцію розплаву в міжзубних впадинах та на тертя в зазорах насосу можуть бути представлені рівнянням:

$$\begin{aligned} N_{mp} &= N_n + N_s = \int_0^{\epsilon_1} \int_0^L (\tau_{zy} \cdot V_y + \tau_{zx} \cdot V_z) dy \cdot dx + z_k \cdot V_x^2 \cdot \int_0^{\epsilon} \left(\frac{\epsilon \cdot \mu}{h} \right) dx = \\ &= \left[\epsilon \cdot \int_0^L 4 \cdot \mu \cdot V_x^2 / H + H \cdot \int_0^L 4 \cdot \mu \cdot V_x^2 / \epsilon_1 \right] \cdot dx + z_k \cdot V_x^2 \cdot \int_0^{\epsilon} \left(\frac{\epsilon \cdot \mu}{h} \right) \cdot dx = \\ &= \epsilon \cdot 4 \cdot \mu \cdot V_x^2 \cdot L / H + H \cdot 4 \cdot \mu \cdot V_x^2 \cdot L / \epsilon_1 + \sum_i^{i=5} L_i \cdot V_{xi}^2 \cdot \epsilon_i \cdot \mu_i / h_i \end{aligned} \quad (7)$$

З врахуванням втрат потужності на створення тиску та втратами тиску по всіх групах зазорів загальна формула визначення потужності матиме вигляд:

$$N_{заг} = \Delta p \cdot Q_{\phi} + \epsilon \cdot 4 \cdot \mu \cdot V_x^2 \cdot L / H + H \cdot 4 \cdot \mu \cdot V_x^2 \cdot L / \epsilon_1 + \sum_i^{i=5} L_i \cdot V_{xi}^2 \cdot \epsilon_i \cdot \mu_i / h_i \quad (8)$$

Таким чином запропонована залежність дозволяє визначати потужність в залежності від продуктивності, з врахуванням гідравлічної потужності, втрат на тертя у всіх групах зазорів та на циркуляцію розплаву у міжзубному просторі шестерень насосу.

Перелік посилань:

1. Экструзия полимеров/Раувендааль К./Пер. с англ. Под ред. А.Я.Малкина – СПб.: Профессия, 2006. – 768 с.
2. Кузьміна 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 академії харчових технологій” – О.: 2010. – с. 321-327.

УДК 678.023:678.053

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙ В РОТОРНОМУ ЗМІШУВАЧІ

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

Приготування сумішей на основі полімерів та еластомерів є трудомістким і енергоємним процесом. При сучасному розвитку суспільства виникає потреба в збільшенні об'ємів перероблення пластмас і гум у виробі. Для підвищення продуктивності і ефективного використання енергоресурсів необхідно точно знати час на приготування тієї чи іншої композиції. Це дасть змогу скоротити тривалість циклу змішування без втрати якості отриманої суміші, і як наслідок підвищення продуктивності.

Для аналізу складу суміші застосовують методи статичного і нестатичного дослідження. Оцінку якості змішування за допомогою статистичних критеріїв здійснюють обробленням даних, отриманих під час аналізу проб, відібраних у масі готової суміші. Як міру відхилення реальної суміші від стану ідеальної використовують критерій Лейсі, індекс змішення, інтенсивність розділу та коефіцієнт неоднорідності [1]. За допомогою перших двох критеріїв визначають ступінь наближення до граничного технологічно можливого стану випадкової суміші, одержуваної за умови нескінченно тривалого оброблення. Останні же два критерії являють собою порівняння з ідеальним станом суміші. Застосування статистичних критеріїв потребує виконання вимірювань на реальних сумішах і не дає можливості безпосередньо за їх участі прогнозувати результат змішування теоретично.

Використання нестатистичних критеріїв, які ґрунтуються на визначенні деформації, накопиченої розплавом, температурної неоднорідності розплаву дозволяють з високою точністю визначити час необхідний на змішування без проведення вимірювань на реальних сумішах [2].

Одним з найпоширеніших нестатистичних критеріїв є загальна деформація зсуву γ_{Σ} , яка дорівнює добутку середньої швидкості зсуву $\bar{\dot{\gamma}}$ на тривалість зсуву t [2]:

$$\gamma_{\Sigma} = \bar{\dot{\gamma}} t. \quad (1)$$

Оптимальне значення загальної деформації зсуву γ_{Σ} , яка забезпечує одержання композиції високої якості і встановлена численними дослідженнями, становить 2000...2500 [1, 2].

Тоді тривалість змішування t , необхідна для накопичення деформації γ_{Σ} матеріалом загальною масою M_{Σ} , що перебуває у змішувачі, становить [8]

$$t = \frac{M_{\Sigma}}{M} \frac{\gamma_{\Sigma}}{\bar{\gamma}}, \quad (2)$$

де $M_{\Sigma} = \varphi_{зк} V_{зк} \rho$; $\varphi_{зк}$ – коефіцієнт завантажування змішувальної камери; $V_{зк}$ – вільний об'єм змішувальної камери; ρ – густина композиції; M – маса матеріалу, що активно деформується в дану мить часу в серпоподібному і мінімальному проміжках півкамер швидко- і тихохідного роторів.

Середня швидкість зсуву $\bar{\gamma}$ у змішувальній камері визначається як середнє арифметичне величин $\bar{\gamma}_{ш}$ і $\bar{\gamma}_{т}$:

$$\bar{\gamma} = \frac{\bar{\gamma}_{ш} + \bar{\gamma}_{т}}{2}, \quad (3)$$

де $\bar{\gamma}_{ш}$ і $\bar{\gamma}_{т}$ середні швидкості зсуву в півкамерах швидкохідного й тихохідного роторів

$$\bar{\gamma}_{ш} = \left(\frac{(\bar{\gamma}_{сп} + \bar{\gamma}_{z}) S_{сп} + \bar{\gamma}_{гр} S_{гр}}{S_{сп} + S_{гр}} \right)_{ш}; \quad \bar{\gamma}_{т} = \left(\frac{(\bar{\gamma}_{сп} + \bar{\gamma}_{z}) S_{сп} + \bar{\gamma}_{гр} S_{гр}}{S_{сп} + S_{гр}} \right)_{т}, \quad (4)$$

де $\bar{\gamma}_{сп}$ - значення швидкості зсуву у серпоподібному проміжку в коловому напрямку, $\bar{\gamma}_{z}$ - абсолютне значення швидкості зсуву у серпоподібному проміжку в напрямку осі z , $\bar{\gamma}_{гр}$ - абсолютна величина середньої швидкості зсуву у мінімальному проміжку, $S_{сп}$ і $S_{гр}$ – площі поперечного перерізу серпоподібного й мінімального проміжків.

Підставляючи значення середньої швидкості зсуву в змішувальній камері, обчислене за формулою (3), у залежність (2), можна визначити тривалість приготування композиції в роторному змішувачі.

Перелік посилань:

1. Красовский В. Н. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров: учеб. пособие для вузов / В. Н. Красовский, А. М. Воскресенский, В. М. Харчевников. – Л.: Химия, 1984. – 240 с.
2. Переработка каучуков и резиновых смесей (реологические основы, технология, оборудование) / Е. Г. Вострокнутов, М. И. Новиков, В. И. Новиков, Н. В. Прозоровская. – [изд. 2-е, перераб.]. – М.: Максипресс, 2005. – 369 с.

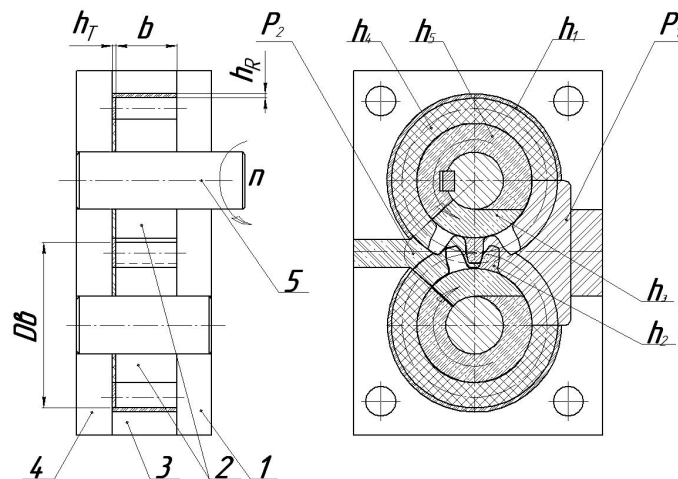
УДК 678.023

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ПРОДУКТИВНОСТІ В ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОМУ ЕКСТРУДЕРІ

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

З метою покращення точності дозування в лініях для переробки полімерів все частіше використовують шестеренні насоси [1,2,3], які встановлюються між екструдером-розплавлювачем і формуючою головкою. Схема такого насосу представлена на рис. 1.

В реальних умовах шестеренний насос або стримує надлишок розплаву, вирівнюючи пульсації продуктивності, або ж видає заданий об'ємний видаток відповідно до обертів. Це можливо при наявності компенсатора об'єму, який встановлюється між екструдером-розплавлювачем і шестеренним насосом.



1 – верхня плита, 2 – шестерні, 3 – середня плита, 4 – нижня плита, 5 – вал приводу; h_1 – перша зона радіальних зазорів, h_2 – друга зона торцевих зазорів, h_3 – третя зона торцевих зазорів, h_4 – четверта зона торцевих зазорів, h_5 – п'ята зона торцевих зазорів, P_1 – зона низького тиску, P_2 – зона високого тиску

Рис. 1 – Схема шестеренного насосу.

Продуктивність такого насосу можна розрахувати за формулою [4]:

$$Q_{\phi} = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot n \cdot \left(R_g^2 - R^2 - \frac{t_0^2}{12} \right) - \sum_{i=1}^{i=5} \left\{ \frac{P_2 - P_1}{12 \cdot \mu_i \cdot L_i} \cdot b_i \cdot h_i^3 \pm \frac{U_i \cdot b_i \cdot h_i}{2} \right\}, \quad (1)$$

де: R_g – радіус кола виступів шестерні;

R – радіус основного кола;

t_0 – крок зачеплення зубів по основному колу;

n – число обертів шестерні.

U_i – середня колова швидкість для i -ї зони зазорів;

b – ширина шестерні;

h_i – ширина i -го зазору;

μ_i – середня неньютонівська в'язкість, що залежить від швидкості зсуву та температури для i -ї зони зазорів;

L_i – середня довжина i -ї зони зазорів.

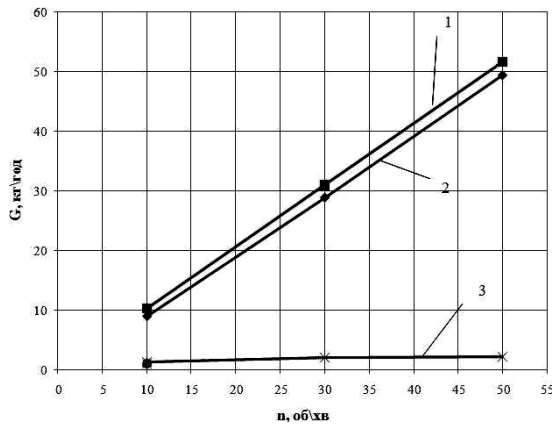
Перша складова формули (1) характеризує об'ємний видаток згідно теорії евольвентного зачеплення, друга і третя складові характеризують втрати продуктивності через зазори в насосі, які пов'язані з перепадом тисків на вході та виході з насосу, та рухом шестерень відносно нерухомих пластин, відповідно.

На рис. 2 представлені розрахункові залежності продуктивностей шестеренного насосу з такими параметрами:

Перепад тисків на вході і виході з насосу ΔP , МПа	22
Ширина шестерні b , м	0,024
Висота зазорів h_i , м	$4 \cdot 10^{-5}$
Кількість зубів z	16
Модуль зачеплення зубів m	3

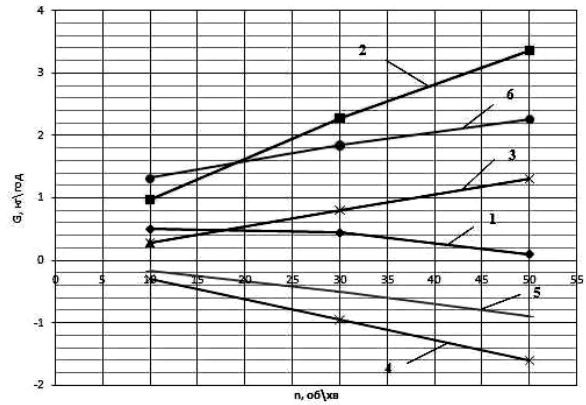
З цих залежностей видно, що втрати продуктивності через зазори при низьких обертах складають 13%, а при високих – 5% від фактично розрахованої продуктивності. Аналіз втрат в різних зонах зазорів представлений на рис. 3 показує, що втрати в насосі залежать від розмірів насосу, а відповідно і від розмірів зазорів. Для другої і третьої зони зазорів, де градієнт тиску і вектор швидкості співпадають, зі зростанням числа обертів шестерень втрати продуктивності зростають. Для першої, четвертої та п'ятої зон зазорів, де ці вектори мають протилежну направленість, зі зростанням числа обертів шестерень втрати продуктивності зменшуються. Тому максимальні втрати будуть через другу і третю зони торцевих зазорів.

Оскільки, з одного боку втрати продуктивності через зазор є небажаними, а з іншого, необхідно змащувати поверхні тертя, то величина зазорів h повинна становити 10–40 мкм, а частота обертів шестерень вибирається таким чином, щоб забезпечити гарантоване заповнення міжзубного простору в зоні низького тиску. Як правило, такі оберти для високов'язких розплавів полімерів не перевищують 60 об/хв..



1 – продуктивність за теорією евольвентного зачеплення, 2 – фактична продуктивність, 3 – втрати продуктивності в зазорах.

Рис. 2 – Залежність продуктивності шестеренного насоса від обертів



1 – перша зона радіальних зазорів,
2,3,4,5 – друга, третя, четверта, п'ята зони торцевих зазорів, відповідно, 6 – сумарні втрати
Рис. 3 – Залежність втрат продуктивності по зазорах шестеренного насоса від обертів

Таким чином, втрати продуктивності в шестеренному насосі залежать від розмірів насоса, від величини зазору та від частоти обертання шестерень.

Один і той же насос дає нижчу точність дозування при низьких обертах, та більш точну при високих обертах шестерень. Таким чином розміри насоса повинні чітко вибиратись в залежності від заданого діапазону продуктивностей.

Перелік посилань

1. <http://www.kraussmaffe.com>
2. <http://www.barmag.com>
3. Мурдід Н.В., Швед М.П., Мікульонок І.О., Швед Д.М., “Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів”. “Наукові вісті КПІ №2009/2” – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 74-77.
4. Кузьміна 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 академії харчових технологій” – О.: 2010. – с. 321-327.

УДК 678.027.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПІНЕНИХ ПОЛІМЕРІВ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., магістрант Гоженко Л.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Одним з ефективних методів виготовлення теплоізоляційних матеріалів будівельного призначення є екструзія спінених полімерів, яка забезпечує безперервний цикл виготовлення матеріалу із задовільними експлуатаційними характеристиками. Крім того, цей метод дозволяє використовувати у значному обсязі відходи промислових та побутових полімерних відходів.

Визначення технологічних параметрів переробки композиційних спінених полімерів із заданими фізико-механічними характеристиками передбачає проведення комплексних досліджень впливу параметрів переробки на експлуатаційні характеристики виробу, такі як: уявна густина, міцність, вологопроникнення, теплопровідність, усадка.

З метою обґрунтування технологічних прийомів, режимів переробки та рецептури полімерних композицій для виготовлення піноматеріалів будівельного призначення придатних до довготривалої експлуатації у якості теплоізоляційних захисних покриттів, проведено ряд порівняльних досліджень для зразків піноматеріалів виготовлених із додаванням вторинних полімерів до складу композиції. Досліди проведено для зразків піновиробів на основі полістиролу із вмістом вторинної сировини у полімері: 25%, 32%, 50%, 100%. У якості спінювального агента використовувався ізобутан. Уявна густина виготовлених зразків становить: $60 \div 100 \text{ кг/м}^3$.

З метою визначення впливу типу та долі твердих домішок, які вводяться у композицію у якості центрів пороутворення (крейда, тальк, диокс титану) проведено дослідження структури виробу на якість отриманих піновиробів (структуру, міцність, уявну густину). Доведено, що диокс титану (у порівнянні із тальком) забезпечує більш дрібну структуру комірок та дозволяє одержувати вироби більш низької густини (до 50 кг/м^3).

За результатами проведених досліджень найкращі показники якості структури пін при додаванні вторинної сировини одержано із використанням диоксиду титану (1,1%) у якості нуклеуючої добавки. Збільшення вмісту приводить до розривів коміркової структури, і, як наслідок, втрати споживчих властивостей. Проте введення його в певному співвідношенні з полімером у зону подачі викликає ряд ускладнень: здатність просипатись між гранулами, налипання на стінках пристрою подачі. Для розв'язання, цієї проблеми необхідно попередньо (на

додатковому обладнанні – грануляторі) одержувати концентрат: гранули з композиції наповнювача і полімеру основи. Такий підхід (реалізовано на ФОП Романюк, м. Одеса) дозволяє якісно дозувати TiO_2 у відповідному співвідношенні. Для цих цілей можна також застосовувати промисловий суперконцентрат на основі удароміцного полістиролу.

Одним із важливих характеристик піновиробу, від якого залежить як якість формування так і експлуатаційна придатність є показник лінійної усадки. Для матеріалів, які виготовляються безперервним методом екструзії коефіцієнт лінійної усадки залежить від ступеню орієнтації виробу, швидкості тягнучого пристрою, температури формування. З метою визначення коефіцієнту лінійної усадки та його відмінності в поздовжньому та поперечному напрямках проведено ряд досліджень пінополістирольних листів. Досліди показали, що при заданих параметрах екструзії лінійна усадка у поперечному напрямку значно нижча (до 30%) за поздовжню, що викликано надмірною витяжкою листа валками тягнучого пристрою.

Зразки із диоксидом титану у якості домішок центротворення мають більший коефіцієнт лінійної усадки, ніж зразки виготовлені із тальком. Таким чином, поряд із кращими умовами формування виробу, матеріал із домішками диоксиду титану, має здатність до усадки у процесі експлуатації та потребує введення у композицію стабілізуючих домішок-модифікаторів. У промисловому впровадженні доцільне застосування у якості модифікаторів: стеарилстеадамід у або моностеарат гліцерину. Промисловість випускає декілька марок моностеарату гліцерину, серед яких *GMS*, який містить значну кількість моностеарату і являється одночасно ефективним антистатичним наповнювачем.

Отже при одержанні пінополімерів із використанням вторинної сировини у композицію необхідно ввести нуклезіат, модифікатор. Експериментально визначена задовільна рецептура за наявності вторинного поліетилену: TiO_2 – 1,1 % (мас.), моностеарату гліцерину – до 7 % (мас.).

УДК 664.8.047

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛО ТА
МАСООБМІНУ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ**

чл.-кор. НАН України Снежкін Ю.Ф., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.,
к.т.н. Петрова Ж.О., магістрант Городніченко Є.С.

Одне з завдань технології сушіння полягає в розробці методів оптимального управління тепло та масообмінними процесами, які протікають в тілі, з метою отримання продукту високої якості з регламентованими фізико-хімічними, структурно-механічними та органолептичними показниками[1]. Аналітичний розрахунок процесу досить складний для капілярно-пористих колоїдних тіл, оскільки містяться структури з різним механізмом утримання вологи. Отже, процес як правило досліджується експериментально.

В якості об'єкту дослідження використано горохово-морквяну суміш в пропорції 1:2. Суміш розроблена як високоякісна, каротиновмісна харчова добавка з підвищеним вмістом білків. Морква містить багато каротиноїдів, які є джерелом вітаміну А для організму, особливо це важливо в часи напруженої екологічної ситуації, яка склалася в Україні, оскільки він є сильним антиоксидантом виводить токсини[2]. Горох використовується як природне джерело білків, жирів та вуглеводів. Компонент виступає в якості консерванту, оскільки містить жири, в яких розчиняються каротиноїди, в зв'язку з цим продовжується значно термін зберігання продукту. Приготування суміші здійснюється в декілька етапів: відбір сировини, мийка, бланшування моркви та гороху, подрібнення та гомогенізація для забезпечення однорідності розподілу компонентів в суміші, сушіння, розмелювання, фасування.

Зразок дослідного матеріалу звантажувався до сушильної камери в контейнері з розмірами 45×25×15 мм. Процес сушіння проводився при таких значеннях параметрів : температура теплоносія $T - 60, 80, 100$ °С; товщина шару $h - 5, 10, 15$ мм; швидкість сушильного агенту $V - 1, 5; 2, 5; 3$ м/с. З інтервалом в 9 секунд фіксувалася маса та температура на поверхні та всередині зразка. При такій постановці отримаємо багатофакторний експеримент, що дає змогу більш детально дослідити тепло та масообмін в матеріалі під час сушіння[3].

За даними експериментів отримали залежності зміни маси тіла від часу(рис.1) також був проведений розрахунок зміни швидкості сушіння dW/dt ,%/хв, від вологовмісту W ,% (рис.2). За наведеними залежностями встановлено: сушіння відбувається переважно в другому періоді, значення

першої критичної вологості $W_{kl}=350\%$, яка свідчить про закінченні періоду постійної швидкості і початок періоду падаючої швидкості.

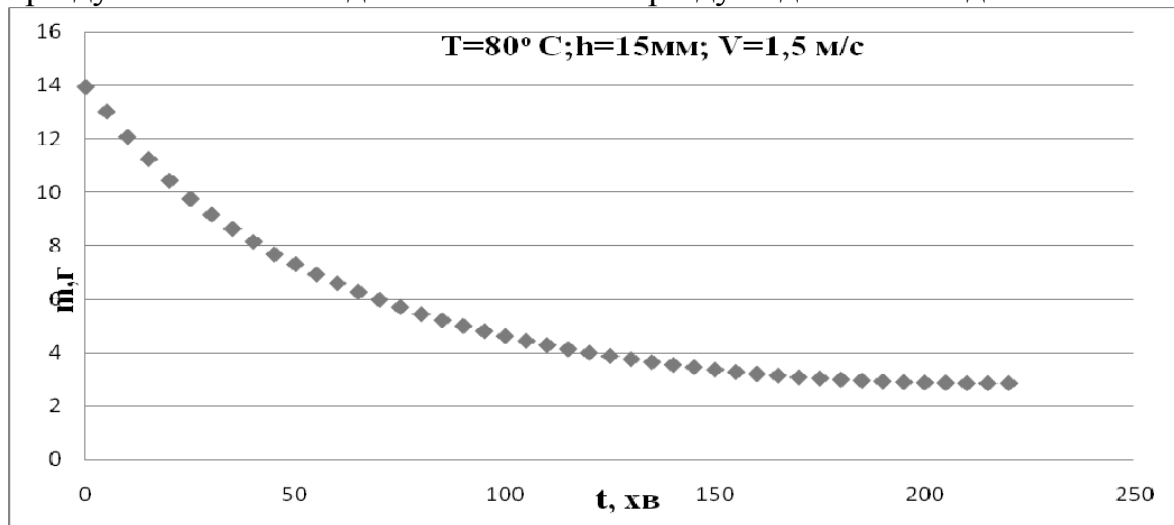


Рисунок 1- Зміни маси матеріалу від часу

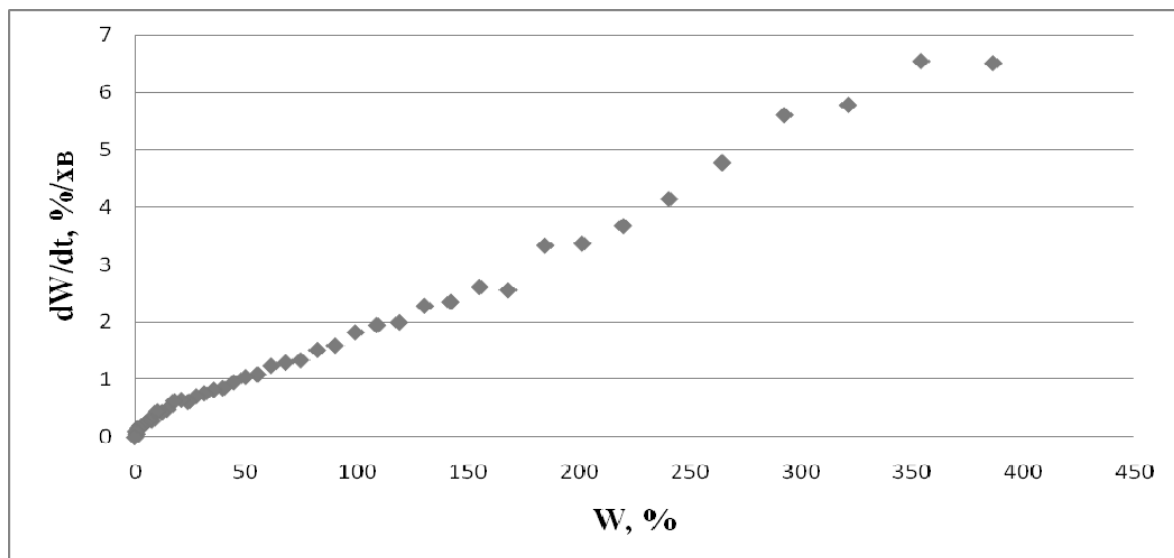


Рисунок 2- Залежність швидкості сушіння від вологовмісту

Перелік посилань:

1. Снежкін Ю.Ф., Боряк Л.А., Хавин А.А. «Енергосберегаючі технології виробництва харчових порошків з вторинних сировинних продуктів», Київ, «Наукова Думка», 2004
2. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О. «Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків» Київ, «Академперіодика», 2007
3. Гинзбург А.С. «Технологія сушки харчових продуктів» Москва, «Пищевая промышленность», 1976

УДК 628.5 :66.002.8

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В
ЗЕРНИСТОМУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
КОМПЛЕКСНИХ ГУМУСНИХ ДОБРИВ**

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., магістрант Малюга А.С.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

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, карбонату 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].

Метою роботи є дослідження процесу гранулоутворення та кристалічної структури гранул при різних складах початкової суміші.

Фізична та математична модель

При розгляді процесів, що відбуваються в мікрошарі, можна сформулювати механізм утворення багатошарових твердих композитів. Рідка фаза за рахунок дії адгезійно-сорбційних сил утримується на поверхні твердих частинок у вигляді надтонкої плівки. До плівки мірошару, який знаходиться на предметному склі підводиться енергія. Це призводить до інтенсивного випаровування розчинника, в результаті чого на поверхні твердих частинок утворюється тонкий шар з мікрокристалів мінеральних речовин та осаджених між ними колоїдних часток гумінових сполук. Мікрокристали служать центрами кристалізації мінеральних речовин з чергової плівки рідини, внаслідок чого відбувається ріст гранул. Рідина нагрівається та випаровується за рахунок теплоти, отриманої від попередньо нагрітої скла та від теплоносія (рисунок 1).

З урахуванням зроблених припущень математична модель зневоднення рідкої фази формулюється наступним чином, за допомогою диференційного рівняння нестационарної теплопровідності:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} \cdot C_p = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + q_v$$

Були проведені експериментальні дослідження за допомогою яких

проведено перевірку адекватності математичної моделі (рисунок 2).

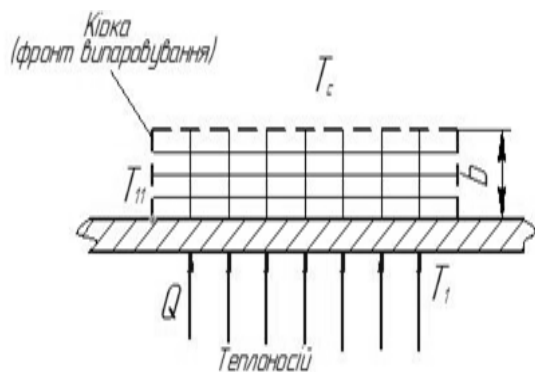


Рисунок 1. Фізична модель

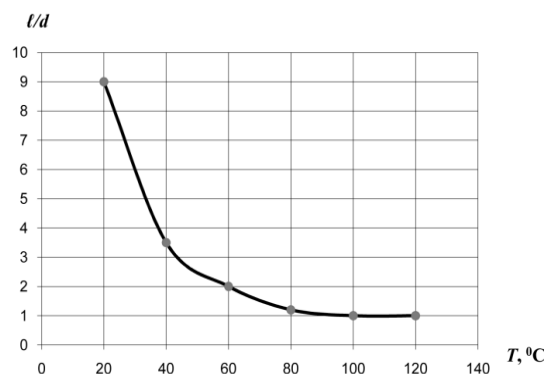


Рисунок 2. Вплив температури зневоднення на приведений розмір кристалів сульфату амонію

Висновки

Була підібрана фізична та створена математична модель процесу зневоднення структури мікрошару. Експериментально визначено вплив інтенсивності перенасичення, наявності гумату на структуру мікрошару при ізотермічній масовій кристалізації композитних розчинів на основі сульфату амонію. Перевірена адекватність створеної математичної моделі. 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 678.027.3-036.5

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ ГОФРОВаних ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

д.т.н., проф. Мікульонок І.О., асп. Вознюк В.Т.,
магістрант Виноградов Є.Ю.

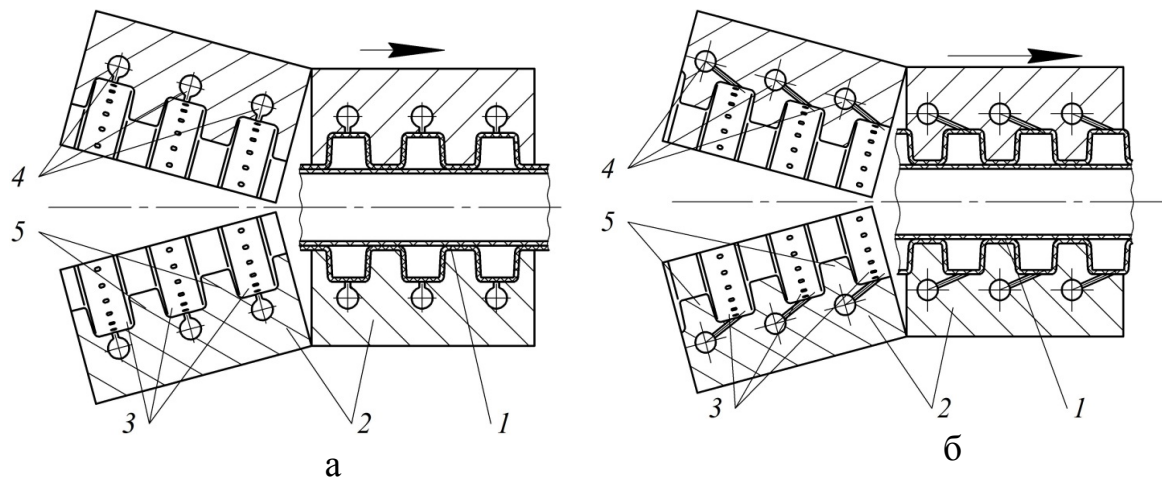
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

З кожним днем використання гофрованих полімерних труб (ГПТ) набуває все більшого поширення. Це пов'язано з низкою їх переваг у порівнянні зі сталевими, чавунними та залізобетонними трубами: менша вага при тому ж гідравлічному опорі і тиску, підвищена гнучкість, що дозволяє обходитися без додаткових фітингів, підвищений опір тиску ґрунту, здатність протистояти неочікуваним осіданням та зсувам ґрунту або несучих конструкцій без тріщин і розривів, підвищена швидкість монтажу і технологічність та інше [1]. Зважаючи на всі переваги ГПТ, широке використання таких труб в системах безнапірних трубопроводів дає значний екологічний ефект. До того ж є можливість під час виготовлення ГПТ застосовувати вторинну сировину, не знижуючи при цьому якості продукції

Всі стадії технологічного процесу виготовлення ГПТ неперервні та реалізуються на одній технологічній лінії. Формування і калібрування гофрів на зовнішньому шарі гофрованих труб здійснюють у гофраторах, основними робочими елементами яких є півформи [2]. Для формування гофрів кільцеві канавки на півформах з'єднані з вакуумканалами, які розташовані безпосередньо над цими впадинами (рис. 1, а). При цьому по цих каналах також рухається охолодна рідина.

Проте зазначена конструкція півформи в разі утворення гофрів на трубах великого діаметра (зазвичай понад 400 мм) внаслідок розміщення кільцевих вакуумканалів безпосередньо над кільцевими канавками не забезпечує рівномірного температурного поля на робочій (внутрішній) поверхні корпусу півформи, що знижує експлуатаційні властивості не тільки зовнішнього гофрованого шару труби, а й всієї труби в цілому.

Авторами праці [3] запропоновано розміщувати кільцеві вакуумканали над виступами, утвореними кільцевими канавками (рис. 1, б). При цьому термічний опір між кільцевими вакуумканалами і різними ділянками робочої (внутрішньої) поверхні корпусу півформи вирівнюється, а отже вирівнюється температурне поле на робочій (внутрішній) поверхні корпусу півформи, яка забезпечує не тільки формоутворення гофрів, а й попереднє охолодження труби, а отже структуру затверділого полімеру і його властивості.



1 – труба; 2 – півформа; 3 – кільцеві канавки; 4 – кільцеві вакуумканали; 5 – виступами, утворені кільцевими канавками
а – з вакуумканалами над кільцевими канавками;

б – з вакуумканалами над виступами, утвореними кільцевими канавками

Рисунок 1 – Повздовжній перетин півформи гофратора

Отже запропонована конструкція гофратора для виготовлення ГПТ забезпечує більш раціональне використання охолодної води, ефективніше охолодження стінки та здатна забезпечити підвищення якості труби.

Перелік посилань:

1. extrusion.ru Лучшие европейские экструзионные линии и фильеры [Електронний ресурс]. — Дата доступу : березень 2011 р. — Режим доступу: <http://www.extrusion.ru/info/4.html>
2. Масенко Л. Я. Гофрированные трубы из пластмасс / Л. Я. Масенко. — М : Химия, 1989. — 88 с.
3. Заявка № u201015187 Україна, МПК (2006) В29С 35. Півформа гофратора полімерних труб / І. О. Мікульонок, В. Т. Вознюк ; заявник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». — № u201015187 ; заявл. 16.12.2010.

УДК 678.027.3-036.5

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТИЧНИХ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ ПРИ КИПІННІ НАНОРІДИН

к.т.н., доц. Ільєнко Б.К., магістрант Комиш Д.В
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут»

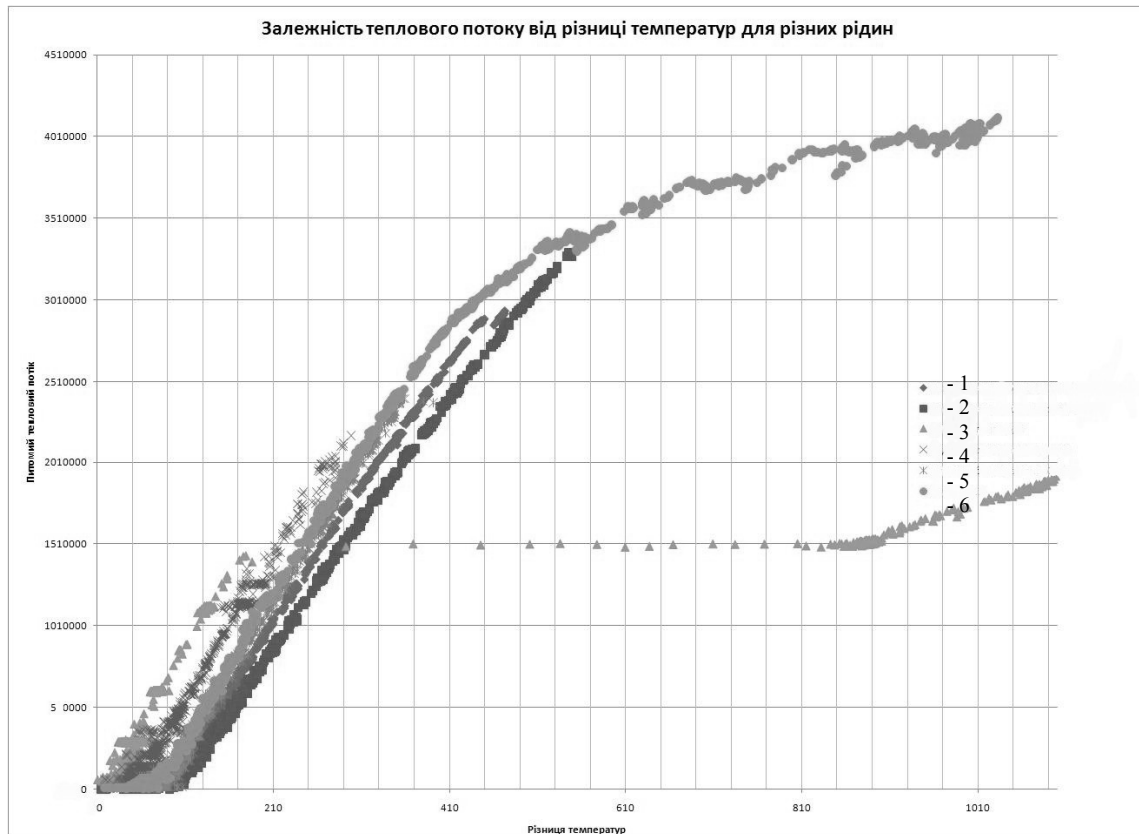
Ефективним методом відводу тепла від поверхонь нагріву, що використовується в різних галузях техніки, є тепловіддача до киплячої рідини [1]. Густина теплового потоку, що відводиться киплячою рідиною від поверхні теплообміну, обмежена певною величиною – критичною густиною теплового потоку (q_{cr}), при перевищенні якої різко зменшується коефіцієнт теплообміну

Підвищення q_{cr} можна досягти використовуючи як теплоносії водні дисперсії наночастинок різного хімічного складу (ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3) і об'ємної концентрації (0,001-1 vol.%).

Експериментальні дослідження свідчать про те, що навіть незначні об'ємні концентрації наночастинок у воді (0,001 – 0,1 vol.%) приводять до значного підвищення q_{cr} . При цьому теплофізичні властивості води з наночастинами (поверхневий натяг, теплопровідність, в'язкість) за деякими публікаціями [2,3] практично не відрізняються від властивостей дистильованої води.

Результати експериментів з нанорідинами створеними на основі вітчизняного алюмосилікату (монтморилоніту) підтверджують здатність нанорідин забезпечувати зростання значення критичного теплового потоку не менше ніж на 100%. В той же час ці нанорідини можуть розбавлятися водою у довільних пропорціях, при цьому спостерігається залежність між концентрацією твердої фази у нанорідині та значенні КТП. На рисунку 1 показано отриманий експериментальний графік цих залежностей.

В результаті проведених експериментів зроблено припущення щодо механізмів кипіння нанорідин, які заключаються у впливі наночастинок на стан поверхні кипіння. За умови проведення експерименту, при якому температура поверхні нагрівача не перевищує $450^{\circ}C$, зберігається її початкова структура і повністю відсутній осад у вигляді солей. При подальшому підвищенні температури відбувається перекристалізація і відкладення на дротині (нагрівачі) самого мінералу (алюмосилікату). Друге припущення полягає в зменшенні товщини перегрітого шару рідини поблизу поверхні нагрівача. Це зменшує відривний діаметр бульбашок і відповідно покращує процес тепловіддачі.



1 – Нанорідина на основі алюмосилікату розбавлена бювотною водою (2% мас.); 2 – Нанорідина на основі алюмосилікату (4% мас); 3 – Дистильована вода; 4 – Вода трьохстадійно очищена; 5 – Рідина на основі алюмосилікату (0,5%мас.); 6 – Рідина на основі алюмосилікату з диспергентом (4,1%мас.)

Рисунок 1. – Залежність критичного теплового потоку для різних наноріди в залежності від різниці температур.

Перелік посилань:

1. Критический тепловой поток при кипении водной дисперсии наночастиц/Б.С.Фокин, М.Я.Беленький, В.И.Альмяшев и др.//Письма в ЖТФ. – 2009. – Т.35, вып. 10. – С. 1-5 .
2. Микроконвекция в области со свободной границей/ О.Н.Гончарова//Вычислительные технологии. – 2000. - Т.5, №2. - С. 14-25.
3. Концентрационные фазовые переходы в природном цеолите шабазите/ Габуда С.П., Козлова С.Г., Лундин А.Г.// Журнал физической химии, 2005. т.79, №3, С. 1-6.

УДК 532.137: 666.97

РОЗРАХУНОК ПЛИНУ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВІБРОЕКСТРУДЕРАХ

к.т.н., доц. Андреев І.А., магістрант Полторацька Н.В.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

Для забезпечення поперечного орієнтування фібр у плоских виробках були запропоновані спеціальні конструкції віброекструдерів, які містять декілька послідовно розташованих каналів [1,2]. Відповідно до цього виникла задача математичного опису процесу плинущі суміші в таких апаратах.

При вирішенні задач плинущі враховується, що віброуючі бетонні і фібробетонні суміші являють собою псевдоньютонівські системи. Крайові умови задач встановлюються з умови нерухомості рідини біля стінок каналу.

У випадку багатоканального віброекструдера розглядається останній вертикальний канал, який є визначальним при розрахунку продуктивності. Для опису процесу була вибрана циліндрична система координат (r, φ, z) . Початок координат вибрано у точці перетину ліній, що є продовженнями похилих стінок каналу (рис. 1). Передбачається, що всі промені, які проходять через початок координат, є лініями плинущі, а висота шару суміші у бункері віброекструдера підтримується постійною. Тоді окружна швидкість u_φ усюди дорівнює нулю.

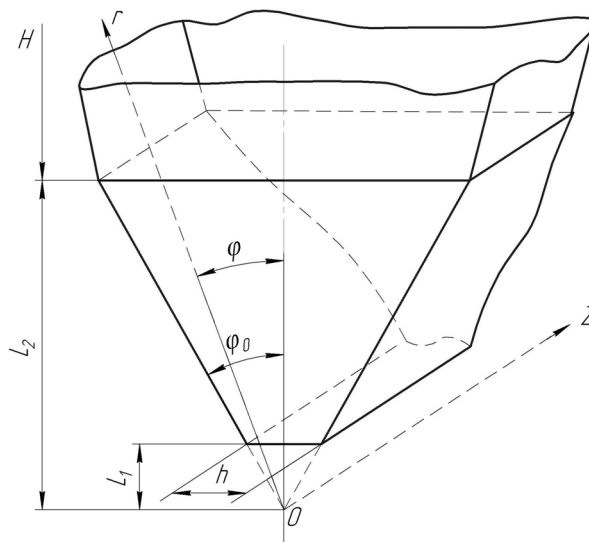


Рис. 1 – Розрахункова схема процесу плинущі суміші у каналі

На відміну від попередніх вирішень задач плинущі між плоскими нерухомими стінками, що сходяться, у нашому випадку при складанні

граничних умов був враховуваний гідростатичний тиск суміші на вході в останній канал.

В результаті були отримані формули для визначення радіальної швидкості u_r і об'ємної витрати через одиницю ширини плоского каналу, що звужується q :

$$u_r = \frac{\rho g L_1^2 L_2^2 (H + L_2 - L_1) (\cos 2\varphi_0 - \cos 2\varphi)}{2\mu_g r \cos 2\varphi_0 \cos^2 \varphi_0 (L_2^2 - L_1^2)},$$
$$q = \frac{\rho g L_1^2 L_2^2 (H + L_2 - L_1) (2\varphi_0 \cos 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0)}{2\mu_g \cos 2\varphi_0 \cos^2 \varphi_0 (L_2^2 - L_1^2)},$$

де H – загальна висота стовпа суміші на вході в останній канал, м; L_1 – відстань від початку координат до вихідного зрізу каналу, м; $L_2 - L_1$ – висота стовпа суміші в каналі, м; ρ – густина оброблюваної суміші, кг/м³; $g = 9,81$ м/с² – прискорення сили тяжіння; φ_0 – кут нахилу стінок каналу до осі каналу, рад; μ_g – вібров'язкість суміші, Па·с.

Запропоновані формули дозволяють розрахувати продуктивність багатоканальних віброкструдерів і розподіл швидкостей в останньому симетричному каналі, що звужується. Розподіл швидкостей в інших каналах розраховується через об'ємну витрату віброкструдера q .

У випадку несиметричних каналів, які передують останньому симетричному, швидкості розраховуються за відповідними формулами з урахуванням витрати віброкструдера.

Значення деформації зсуву, функції розподілу деформацій і функції розподілу часу перебування розраховуються за запропонованими раніше формулами, тому, що ці величини залежать тільки від геометрії каналу.

Результати роботи передбачається використовувати при проектуванні нового віброкструзійного обладнання для виготовлення дисперсноармованих виробів.

Перелік посилань:

1. Андреев І.А. Віброкструдер для формування фібробетонних виробів з поперечним орієнтуванням дисперсної арматури / І.А. Андреев, Н.В. Полторацька: тези доповідей VII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених „Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”, НТУУ „КПІ”, ІХФ. – К.: 2010. – С. 50-51.
2. Патент 53893 Україна МПК (2009) В28В 13/00. Віброкструдер для формування фібробетонних виробів / Андреев І.А., Н.В.Полторацька; заявник і патентовласник вони же. - № u201003550 ; заявл. 26.03.2010; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20.

УДК 66.081.63

ПРОЦЕС ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

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

Із безлічі проблем, що постали перед людством в останні десятиліття, однією з найважливіших є його забезпечення чистою водою, що загострилася в XXI столітті. У загальному солевмісті природних вод різко зросла концентрація йонів важких металів, пестицидів, добрив, миючих засобів, нафтопродуктів. Усе більше зусиль слід витратити, щоб отримати воду, придатну для пиття. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, майже 80 % усіх захворювань спричинені сьогодні неякісною питною водою, що містить, зокрема, домішки важких металів і бактерії більшості інфекційних хвороб. При цьому вживання такої води може мати негативні наслідки як негайно, так і через декілька років.

Через це забезпечення населення якісною водою є одним із найважливіших завдань держави. Одержання питної води високої якості базується на застосуванні сучасних технологій, розроблення та вдосконалення яких потребує наукового обґрунтування.

Метою роботи є розроблення наукових основ та експериментальне дослідження процесу очищення питної води, створення методики розрахунку очищення водних систем зворотним осмосом, надання рекомендацій щодо її практичного впровадження. Для досягнення цієї мети розв'язано такі задачі:

– визначено предмет і об'єкт дослідження – процес очищення питної води на прикладі розділення водних систем із застосуванням зворотного осмосу й технологічні параметри цього процесу, що визначають інтенсивність та ефективність його реалізації;

– сформульовано науково-технічну проблему, що полягає у складності прогнозування роботи зворотно-осмотичних систем;

– розроблено фізичну модель процесу очищення води, аналіз якої дозволив установити: на поверхні і в порах ліофільної мембрани, зануреної в розчин, утворюється поверхневий шар зв'язаної води; матеріал мембрани підвищує селективну сорбцію проникного компонента; присутність в порах шару зв'язаної води є причиною того, що йони, для яких зв'язана вода не є розчинником, не проходять крізь мембрану; для функціонування мембрани необхідно, щоб діаметр пор в ній не перевищував суму подвійної товщини шару зв'язаної води й діаметра гідратованого іона; селективність мембрани тим вища, чим більша товщина шару зв'язаної води й чим більша гідратуюча здатність іона, що визначається енергією або теплотою гідратації; для збільшення проникності мембран і зменшення їхнього гідравлічного опору доцільно виготовляти мембрани з анізотропною структурою за товщиною чи композиційними з мінімально можливою товщиною активного шару;

– до розглянутого процесу застосовано та розв'язано математичну модель визначальної апроксимації з використанням варіації методу Бубнова-Гальоркіна;

– на основі моделі 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;

– для відпрацювання найприйнятніших режимів комплексного очищення питної води розроблено експериментальну установку, що складається з блоку механічного очищення; блоку адсорбції хлору та інших летких речовин; блоку зворотно-осмотичного очищення в рулонному мембранному модулі. На основі одержаних на цій установці експериментальних даних перевірено адекватність математичної моделі і зроблено висновки стосовно можливості її застосування;

– визначено, що для досягнення нормативно встановленої якості питної води, слід дотримуватися таких рекомендацій: вести розділення за нормальної температури; за високої вихідної концентрації забруднень у воді очищення здійснювати у декілька стадій; за наявності механічних домішок, летких сполук передбачити попереднє очищення води, щоб збільшити ресурс зворотноосмотичного модуля; підтримувати в модулі турбулентний режим руху очищуваної води; через виникнення концентраційної поляризації передбачити конструктивні та/чи технологічні заходи, що руйнуватимуть примембранний шар; не застосовувати зависокі (понад 0,6 МПа) й занижкі (до 0,2 МПа) робочі тиски (особливо за великого вмісту забруднень) оскільки вони погіршують якість кінцевого продукту через наявність мінімумів на кривих залежностей концентрації солей у пермеаті від тиску;

– встановлено, що одержані дані дозволяють аналізувати зміни будь якого параметра процесу розподілу, що входить в математичну модель, визначати поверхню мембран, необхідну для досягнення заданої концентрації розчину, прогнозувати роботу зворотно-осмотичних систем в цілому.

Основні результати роботи апробовано на чотирьох науково-практичних конференціях та опубліковано в трьох статтях [1-3]. Отримано патент на корисну модель [4].

Перелік посилань

1. Тодорюк Т. В., Сидоренко С. В., Юдіна А. В., Гулієнко С. В. // Зб. наук. праць ОДАХТ. – 2010. – Вип. 37. – С. 51-54.
2. Тодорюк Т. В., Сидоренко С. В., Юдіна А. В., Гулієнко С. В. // Зб. наук. праць ОДАХТ. – 2010. – Вип. 37. – С. 54-58.
3. Тодорюк Т. В., Сидоренко С. В., Юдіна А. В. // Кераміка: наука и жизнь. – 2010. – №3 (9). – С. 25-30.
4. Патент № 55047 Україна. МПК (2009). В 01 D 61/02. Стенд для ресурсних досліджень очищення водних розчинів шляхом адсорбції та зворотного осмосу в режимі безперервного часу // Т. В. Тодорюк, С. В. Сидоренко, А. В. Юдіна – Опубл. 10.12.10, Бюл. №23.

УДК 678.027.3

ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗПЛАВУ КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОЛІМЕРУ ІЗ СПІНЮВАЛЬНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., магістрант Войцеховська Є.М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

При розробці екструзійного обладнання основним параметром, що визначають перебіг процесу є в'язкість. Для якісних розрахунків рекомендовано експериментальне визначення в'язкості розплаву за наявності спінювального агента, проте такі дослідження потребують значних матеріальних витрат та спеціального устаткування для приготування розчину, насиченого спінювальним агентом. Зазвичай, такі дослідження проводяться на базі лабораторних екструдерів у яких відбувається попереднє плавлення полімеру, введення спінювального агенту та гомогенізація суміші. При зростаючому асортименті композиційних полімерів та спінювальних агентів актуальним є питання розрахунку в'язкості з урахуванням ступеня наповнення композиції спінювачем.

Для визначення в'язкості композиції, з достатньою для інженерних розрахунків точністю, можна вводити коефіцієнт зменшення в'язкості відносно в'язкості полімера-основи, як це запропоновано у роботі [1].

Апроксимацію залежностей коефіцієнта зменшення в'язкості від концентрації наповнювачів (Рисунок 1) для матеріалів на основі поліетилену низького тиску (ПЕНТ) оброблено у експоненційному вигляді.

Коефіцієнт зменшення в'язкості для хладона R114:

$$\eta = 0,9328e^{-0,3995x}$$

Коефіцієнт зменшення в'язкості для хладона R12:

$$\eta = 0,9541e^{-0,4073x}$$

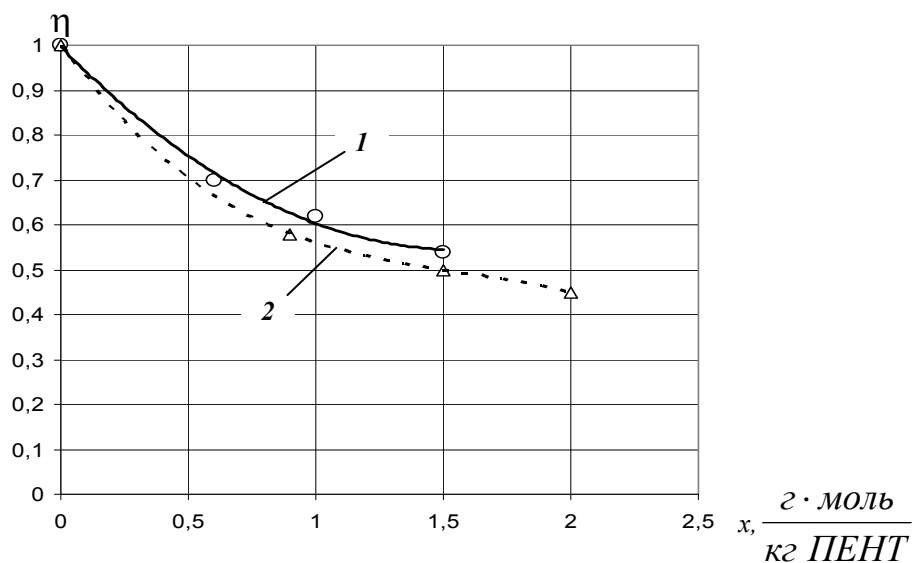
де x – концентрація хладону, $\frac{g \cdot \text{моль}}{kg \text{ ПЕНТ}}$.

Узагальнення наведених залежностей дозволяє запропонувати рівняння для визначення в'язкості композиції полімерів наповнених спінювальними агентами:

$$\mu = 0,94\mu_n \cdot e^{-0,4x}, \quad (1)$$

де μ_n – в'язкість полімеру-основи, подана як функція $\mu = f(\dot{\gamma}, T)$, Па·с.

Одержана залежність задовільно корелюється з проведеними експериментальними дослідженнями в'язкості розплавів полімерів.



1 – хладон R114; 2 – хладон R12

Рисунок 1 – Зменшення в'язкості для суміші ПЕНТ та хладонів

Визначення залежностей в'язкості полімеру-основи для чистих полімерів залежно від швидкості зсуву та температури можна здійснювати за кривими течії цих матеріалів, які широко представлені у літературі, наприклад [2].

Практична апробація застосування залежності (1) показала задовільний збіг при розрахунках композицій на основі поліолефінів та полістиролу при використанні хладонів та ізобутану у якості спінювальних агентів.

Проведені експериментальні дослідження в'язкості вторинних полімерів дозволяють зробити наступні припущення до оцінки в'язкості: за умов, коли до первинних полімерів додаються вторинні (для чистих промислових відходів, які не перебували в експлуатації) в'язкість вторинної сировини із задовільною точністю можна вважати меншою на 3-5% від в'язкості первинного полімеру; якщо у якості вторинної сировини додаються вторинні полімери, одержані із промислових відходів спінених виробів, в'язкість вторинного полімеру можна вважати нижчою на 7-9% від первинного полімеру.

Перелік посилань:

1. Клемпнер Д. Полимерные пены и технологии вспенивания / Клемпнер Д. // Пер. с англ. под ред. А.М. Чеботаря. – СПб.: Профессия. – 2009. – 600 с.
2. Теплофизические и реологические характеристики полимеров: Справочник / Под ред. Ю.С. Липатова. – К.: Наукова думка, 1977. – 244 с.

УДК 621.577

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ЦИКЛ АДСОРБЦІЙНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОТИ

асистент Корінчук Д. М., інженер Осадча Л.С.,
магістрант Захлебняк М. В., магістрант Степанюк Ю. М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Завдання створення ефективних систем акумулювання теплової енергії є важливою складовою частиною проблеми вирівнювання нерівномірності споживання електроенергії. У теперішній час відоме велике різноманіття видів і конструкцій теплових акумуляторів: теплові акумулятори з твердим теплоакумуючим матеріалом, теплові акумулятори з фазоперехідним теплоакумуючим матеріалом, рідинні акумулятори тепла, парові акумулятори тепла. Основним недоліком цих систем акумулювання тепла є мала густина накопичення енергії, і, відповідно, великі габарити та матеріалоємність, що перешкоджає їх широкому розповсюдженню [1].

Основною задачею у розробці ефективних адсорбційних акумуляторів теплоти є вибір адсорбенту, оскільки від інтенсивності процесів адсорбції та десорбції залежить ефективність роботи всього апарата.[2]

На сьогоднішній час розроблено нове сімейство композитних сорбентів «сіль в пористій матриці», так званих Селективних Сорбентів Води (ССВ). Вони вирізняються тим, що за рахунок проникнення різних солей в пори звичайних сорбентів вдається:

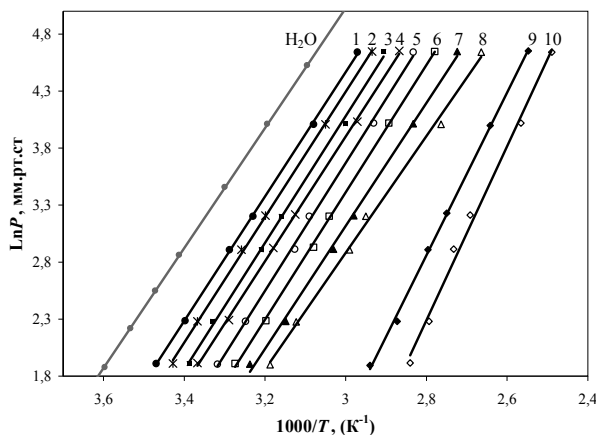
- істотно збільшити їх сорбційну здатність;
- здійснити обмін великої кількості води у вузькому температурному інтервалі;
- «підігнати» температуру термохімічної реакції до потрібної для даного циклу акумулятора.

Для прикладу, розглянемо стабільність властивостей сорбенту, що має як активну складову сіль - CaCl_2 , рис 1.1.[3]

Діаграма $\ln P-1/T$ зручна для побудови адсорбційного циклу і дозволяє оцінити ступінь відхилення дійсних процесів від рівноважних. Для спрощення процедури розрахунку термохімічного адсорбційного циклу ізостери апроксимовані у вигляді залежності рівноважної температури сорбенту від температури сорбату

$$\frac{1}{T_{\text{рег/сор}}} = A \cdot \frac{1}{T_{\text{конд/вип}}} + B.$$

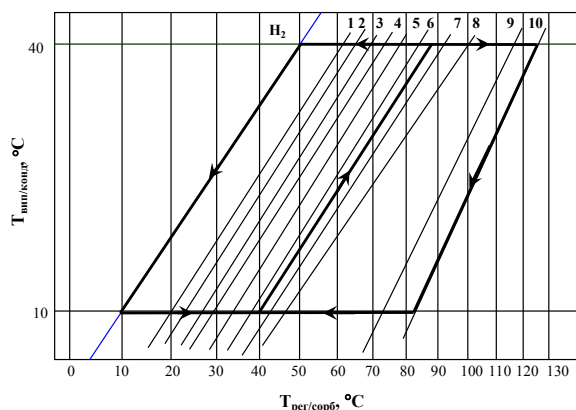
Діаграма $\ln P-1/T$ у вказаних координатах і теоретичний цикл адсорбційного термохімічного акумулятора (при температурі гріючого джерела 40°C і низькопотенційного 10°C) показані на рис. 1.2.



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

Рисунок 1.1 – Ізостери адсорбції пари води на композитному сорбенті

1 – $w = 0,550$ кг/кг; 2 – 0,495; 3 – 0,440; 4 – 0,385; 5 – 0,330;



6 – 0,275; 7 – 0,220; 8 – 0,165; 9 – 0,110; 10 – 0,055

Рисунок 1.2 – Теоретичний цикл адсорбційного акумулятора тепла

Перелік посилань:

1. Дабіжа Н.О., Корінчевська Т.В. Акумулявання теплової енергії з використанням термохімічних реакцій та сорбційних процесів // Промышленная теплотехника. – 2009. – Т. 31. – № 7. – С. 60-62.
2. Чалаев Д.М., Шаврин В.С., Дабіжа Н.О., Корінчевська Т.В., Осадча Л.С. Дослідження адсорбційного теплового насоса, що працює із застосуванням оборотних термохімічних реакцій (здано до друку).
3. Д. М. Чалаев. «Энергоэффективные сорбенты для адсорбционных холодильных установок».

УДК 628.5:66.002.8

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА
ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З ГУМІНОВИМИ
КОМПОНЕНТАМИ ТОРФУ**

к.т.н., доц. Степанюк А.Р., асист. Гатілов К.О.,
магістрант Карпенко О.П.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Внесення комплексних добрив з гуміновими речовинами сприяє кращому засвоєнню їх рослинами. Такий процес відіграє важливу роль в екологічній системі, оскільки не спожиті добрива рослиною потрапляють в навколишнє середовище, а тому і забруднюють його.

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

Процес грануляції у псевдо зрідженому шарі супроводжується складними тепломасообмінними та гідравлічними процесами росту гранул, які додатково підсилюють утворення нових центрів грануляції.

Для дослідження оптимальних умов грануляції була створена спеціальна установка сушіння зразків розчину на якій проводяться дослідження вмісту концентрацій кожного з компонентів розчину.

Для оптимального концентраційного складу суміші використовується метод відбору вмісту складових розчину (у %). Задаючись відповідним об'ємом розчину розраховуємо частку H_2O , КОН, та торфу. Всі розраховані величини переводяться в масові долі та створюється дослідний розчин заданої кількості.

Після приготування сумішей дослідженевисушування, під мікроскопом було помічено наявність білих плям, що в свою чергу спричинене великою кількістю КОН, тобто лугу (рисунок 1.1).

Таблиця 1.1 – Концентрації екстракту торфу при різних концентраціях
КОН

Концентрація КОН %	5	3,75	2,5	1,25
Концентрація торфу %				
5	Фото 1	Фото 2	Фото 3	Фото 4
2,5	Фото 5	Фото 6	Фото 7	Фото 8
1	Фото 9	Фото 10	Фото 11	Фото 12

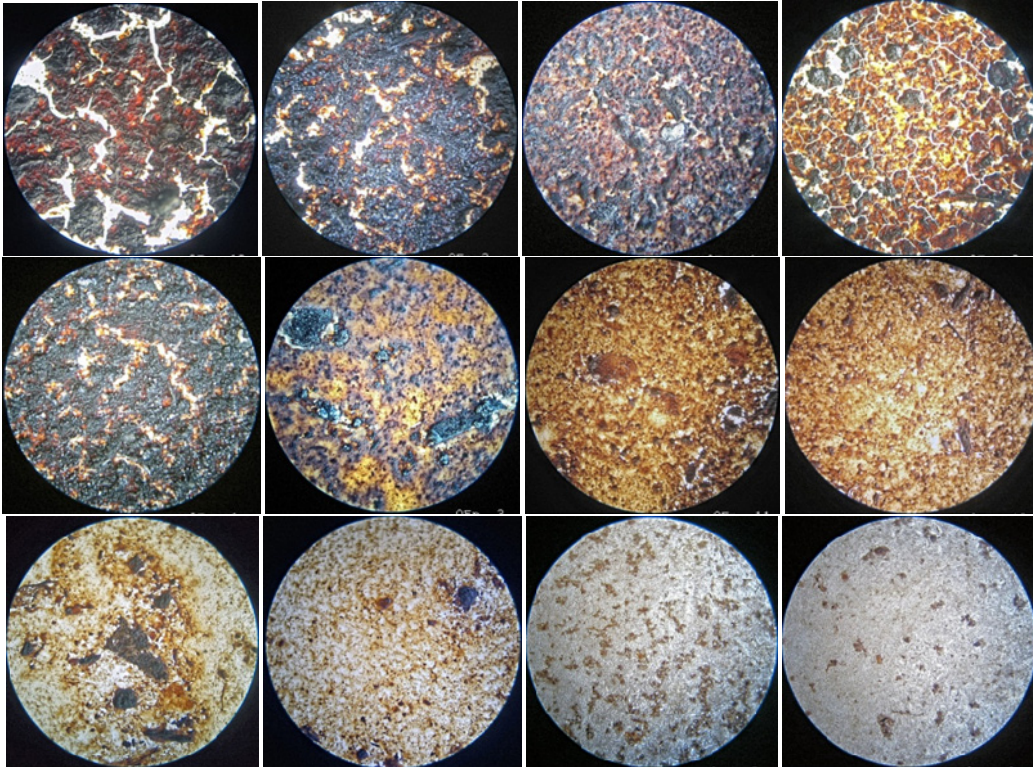


Рисунок 1.1 – Фотографії екстракту торфу при різних концентраціях

Наявність великих плям також свідчить про значний вміст торфу в розчині.

З нашого погляду, це пояснюється тим, що в розчині збільшується кількість аморфних нерозчинних складових.

Зі збільшенням КОН розміри гранул гумату збільшується. Це пояснюється тим, що під час кристалізації нерозчинних солей гумусної кислоти утворюються великі кристали, які “зіштовхують” аморфні складові порівняно в великі агломерати.

Зі зменшенням в розчині концентрації гумату у вигляді торфу, розміри кристалів зменшуються. Це можна пояснити зменшенням кількості аморфних частинок, які під час сушіння краще утримують вологу.

Перелік посилань:

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

УДК 539.217

ОЧИЩЕННЯ ЛУЖНИХ РОЗЧИНІВ ВІД БАРВНИКА ЯСКРАВО- ЧЕРВОНОГО НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОЮ КЕРАМІЧНОЮ МЕМБРАНОЮ

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

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,
магістрант Красуленко І.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Відомо [1,2], що керамічні мембрани, які використовуються в баромембранних процесах (мікро-, ультра- і нанофільтрації) характеризуються більшою механічною, хімічною та біологічною стійкістю, ніж полімерні мембрани. Якщо врахувати ще й можливість їх простої регенерації (зворотним потоком фільтрату), то використання таких мембран є особливо перспективним для очищення агресивних рідин, де полімерні мембрани непридатні. До таких рідин відносяться, зокрема, відпрацьовані миючі розчини банкотних фабрик, що мають рН 12...13 і містять 3...3,5 % барвників.

У зв'язку з цим метою представленої роботи є дослідження процесу очищення лужних розчинів від барвника прямого яскраво-червоного нанофільтраційною керамічною мембраною. Дослідження проведені в баромембранній установці, що складалася з лабораторної комірки, насосів, манометрів, регулювальних вентилів і водопідвідних полімерних трубок. Лабораторна комірка представляла собою циліндричний корпус із нержавіючої сталі, в середині якого концентрично і герметично встановлена нанофільтраційна трубчаста керамічна мембрана. Вихідні розчини подавали під тиском в середину трубки, де знаходився її активний шар, а фільтрат відводили зовні трубки. Аналіз барвника здійснювали за допомогою фото електрокалорифера КФК – 2МП.

Встановлено, що зі збільшенням тиску від 0,4 до 1,2 МПа при концентрації розчину барвника 50 мг/дм³, рН 12,5...12,7 і тривалості експерименту 2 год зростали коефіцієнт затримки R барвника від 98 до 99,2 % і питома продуктивність I_v мембрани від 16,3 до 25 дм³/(м²·год); значення рН фільтрату і вихідних розчинів практично не відрізнялись. Зростання значення R можна пояснити утворенням на внутрішній поверхні керамічної трубки додаткового бар'єру у вигляді динамічної мембрани із барвника, а значення I_v – збільшенням рушійної сили процесу.

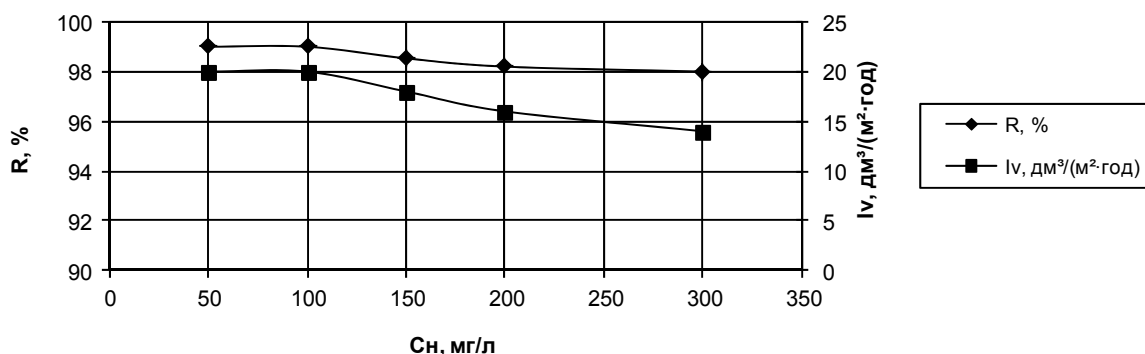


Рисунок 1 – Графік залежності коефіцієнта затримки і продуктивності мембрани від концентрації розчину

Збільшення концентрації барвника від 50 до 300 мг/дм³ (рисунок 1) при тискові 1 МПа, рН 12,5...12,7 і тривалості експерименту 2 год зменшувало значення R від 99 до 98% і I_v – від 20 до 14,2 дм³/(м²·год), що було наслідком зростання впливу концентраційної поляризації. При цьому значення рН фільтрату залишалось практично таким же, як і вихідного розчину.

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність процесу очищення лужних розчинів від барвника прямого яскраво-червоного нанофільтраційною керамічною мембраною і доцільність її використання за цих умов.

Перелік посилань:

1. В.В. Гончарук, Д.Д. Кучерук, М.М. Балакіна, Т.Ю. Дульнева. Очищення води баромембранними методами на керамічних мембранах// Химия и технология воды. – 2009. Т – 31, №6.-С.688 – 702.
2. Т.Ю. Дульнева, Д.Д. Кучерук. Очищення води от красителей керамічними мембранами, модифіцированными глинистыми минералами// Химия и технология воды. – 2005. Т – 27, №5.-С.496-504.

УДК678.748-2

НАВАНТАЖЕННЯ, ДІЮЧИ НА ШЕСТЕРНІ НАСОСА

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

Одним з найкращих способів отримати стабільну продуктивність екструдера є використання шестеренного насоса на виході. Конструкція шестеренного насоса дуже проста: в потік розплаву полімеру поміщаються дві шестерні з повним зачепленням.

Шестеренні насоси для дозування розплавів полімерів працюють в складних умовах:

- великий перепад тисків;
- велика в'язкість перекачуваної речовини;
- значні температури розплаву.

Сучасні шестеренні насоси здатні створювати тиск до 70 МПа з температурою розплаву до 320°C та продуктивністю до 2000 кг/год. Тобто вали та шестерні насосу піддаються великим навантаженням, що зумовлює приділяти особливу увагу їх розрахунку та встановлювати жорсткі умови до точності виготовлення[1].

Для визначення сил, діючих на шестерні насоса, розглянемо розрахункову схему, зображену на рисунку 1. На рисунку представлена епюра зміни різниці тисків p_ψ , діючої на ведучу шестерню. Вісь O_1x направлена в бік центра веденої шестерні, а вісь O_1y – в бік камери низького тиску[2].

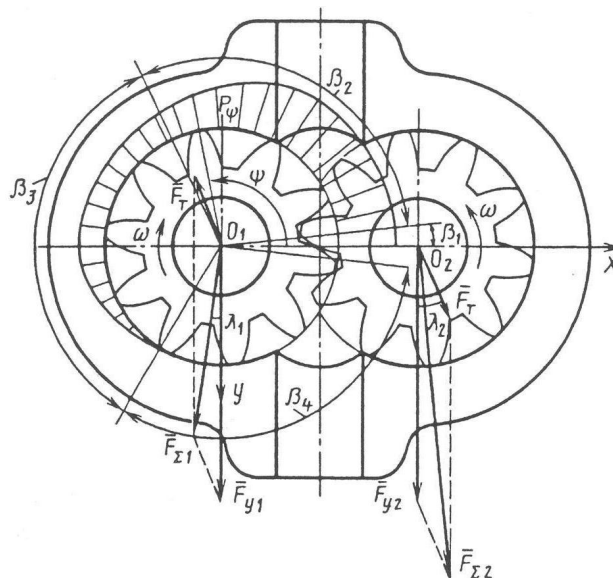


Рисунок 1 –Схема для визначення навантажень діючих на шестерні

Значення навантаження, змінного по величині p_ψ , визначається співвідношенням:

$$p_\psi = p_{нг} \cdot \left[1 - \frac{(\psi - \beta_1)}{\beta_{уп}} \right],$$

де ψ – кут повороту радіус-вектора, який відраховується від осі O_1x у напрямку, протилежному обертанню ведучої шестерні;

β_1 – центральний кут;

$\beta_{уп}$ – центральний кут, який відповідає зоні зростання різниці тисків:

$$\beta_{уп} = [2\pi - (\beta_1 + \beta_4)],$$

де β_4 – центральний кут, який відповідає зоні низького тиску.

При роботі насоса та при наявності різниці тисків:

$$\Delta p^p = p_2^p - p_1^p$$

На валу ведучої шестерні виникає момент опору:

$$T^p = \frac{1}{2\pi} V^p \Delta p^p$$

У точці контакту зубів шестерні під дією цього моменту виникають сили F_T , діючі вздовж лінії зачеплення, спрямовані в бік, протилежний напрямку обертання шестерень, і рівні:

$$F_T = \frac{T^p}{r_w}$$

Сили F_T передаються до центрів O_1 і O_2 шестерень, де додаються з боковими силами F_{y1} і F_{y2} . Тоді сумарні сили, що діють на шестерні, рівні:

$$\overline{F_{\Sigma 1}} = \overline{F_{y1}} + \overline{F_{T1}},$$

$$\overline{F_{\Sigma 2}} = \overline{F_{y2}} + \overline{F_{T2}}.$$

На шестерні насоса діють значні по величині сили, розтискаючи їх у різні боки вздовж осі, яка проходить через центри шестерень O_1 O_2 .

Визначення цих сил є важливою задачею при конструюванні шестеренних насосів[2].

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.:Профессия, 2008. – 328 стр., ил.
2. Машиностроительная гидравлика / Башта Т. М., «Машиностроение», 1971, стр. 672

УДК 678.027.3

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ

к.т.н., доц. Лукашова В.В., магістрант Рудакова В.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Основною характеристикою, що відповідає за можливість механічної переробки полімеру у виріб, є в'язкість.

Властивості вторинної сировини можуть мати суттєві відмінності від властивостей первинних полімерів, внаслідок експлуатації та процесу переробки, що пояснюється термомеханічною деструкцією та розривом ланцюгів макромолекул полімеру, які призводять до зменшення в'язкості та пластичності. Вторинні полімери проходять принаймні два-три цикли переробки, і в кожному з них плавлення та напруження зсуву викликають додаткову деструкцію, тому зазвичай при екструзійній переробці вторинні полімери додають у незначній кількості до первинних (до 20% мас.).

Для обчислення процесу екструзії за наявності вторинних полімерів, в'язкість композиції первинного та вторинного полімерів можна визначати за правилом аддитивності як середньомасову величину:

$$\mu = (G_n \mu_n + G_v \mu_v) / (G_n + G_v)$$

де: G_n, G_v – витрати первинного та вторинного полімеру, кг/год;
 μ_n, μ_v – в'язкість первинного та вторинного полімеру, подана як функція $\mu = f(\dot{\gamma}, T)$, Па·с.

В'язкість первинних полімерів можна визначати за довідниковими даними. Проте визначення в'язкості вторинних полімерів потребує досліджень реологічних властивостей полімерних відходів для кожного конкретного випадку.

Реологічні властивості розплавів полімерів досліджено на капілярному віскозиметрі типу «ИРТ-3» в діапазоні швидкостей зсуву $\dot{\gamma} = 10 \dots 200 \text{ с}^{-1}$, що відповідає переробці полімеру у робочих органах екструзійного обладнання.

Дослідження проведено за стаціонарних умов у діапазоні температур переробки: 140 та 200 °С. У якості сировини використовували подрібнені вироби з поліетилену низької густини: однорідну плівку та спінений виріб трубного профілю. Для дослідження використовували вироби, які не були у тривалій експлуатації.

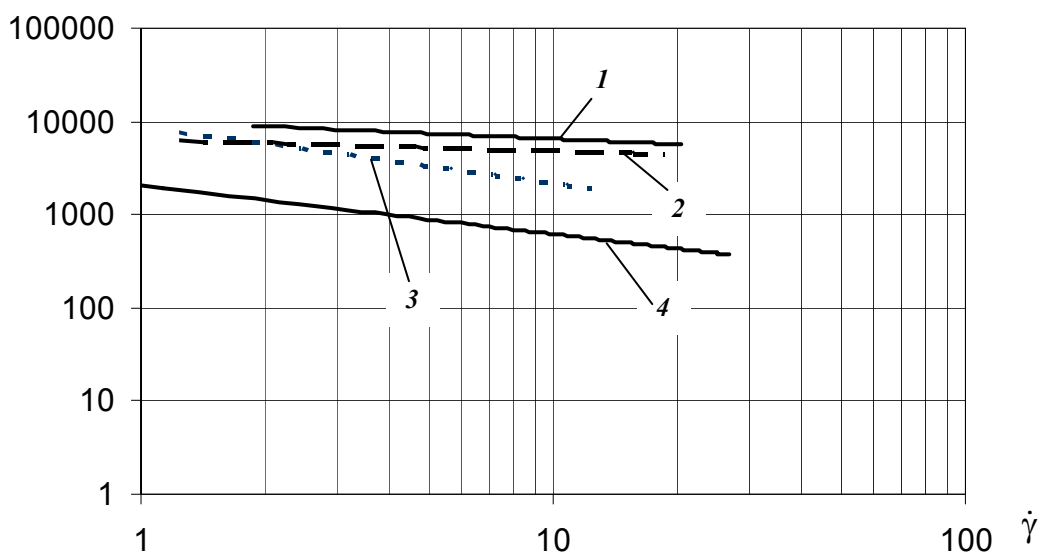
Остаточо після обробки результатів досліджень в'язкість розплаву однорідного полімеру можна представити у вигляді, Па·с:

$$\mu = 10107\dot{\gamma}^{-0,19} \cdot e^{2,26 \cdot 10^{-2}(T-130)},$$

а для розплавленого спіненого полімеру рівняння в'язкості, Па·с:

$$\mu = 2041,5\dot{\gamma}^{-0,52} \cdot e^{8,57 \cdot 10^{-2}(T-130)}.$$

Варто відзначити, що в межах проведеного дослідження спостерігався лінійний характер залежності $\tau = f(\dot{\gamma})$, при цьому показник неньютоновської поведінки близький до показника ступеня чистого полімеру на всьому діапазоні досліджуваних швидкостей зсуву: $n=0,81$ для однорідного вторинного полімеру та $n=0,48$ для спіненого полімеру.



1 – вторинний спінений поліетилен (115°C); 2 – вторинний спінений поліетилен (130°C); 3 – неспінений поліетилен (115°C); 4 – неспінений поліетилен (130°C)

Рисунок 1 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву

Характер залежностей виявив зростання в'язкості вторинних піновиробів. Це обумовлено тим, що до складу композицій при виготовленні матеріалу додавали пороутворювальні домішки, якими є порошкоподібні компоненти дрібної консистенції (тальк, діоксид титану, крейду), які призводять до зростання в'язкості композиції.

УДК 621.577

ВИБІР СОРБЕНТУ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНИХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ

асистент Корінчук Д. М., інженер Осадча Л. С.,
магістрант Степанюк Ю. М., магістрант Захлебняк М. В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Питання економії паливно-енергетичних ресурсів і захисту довкілля в деякій мірі можуть бути вирішені шляхом розширення масштабів використання джерел енергії, які відновлюються, в тому числі і енергії оточуючого середовища. Одним із найбільш ефективних способів перетворення цієї енергії є отримання штучного холоду.

Перспективними для цього є невеликі холодильні установки індивідуального використання. Але до таких установок висувається ряд специфічних вимог: простота обслуговування, повна автономність, доступність для широкого споживача. Найбільш повно даним вимогам відповідають тепловикористовуючі сорбційні холодильні установки із твердим сорбентом.

Адсорбційні термотрансформатори використовують тверді речовини, наприклад, силікагель, вугілля або цеоліт.

У фазі десорбції до теплообмінника, покритого шаром силікагелю або цеоліту, підводиться тепло. Рідка частина твердого матеріалу перетворюється у пару і поступає у другий теплообмінник. Цей теплообмінник у першій фазі віддає тепло, яке виділяється при конденсації пари (теплота конденсації), в систему опалення.

Коли цеоліт зневоднюється і вода конденсується у другому теплообміннику, перша фаза закінчується.

У другій фазі теплообмінник виконує роль випарника. Вода в ньому кипить за рахунок тепла оточуючого середовища, оскільки в цій фазі велике співвідношення тисків. Водяна пара поступає у теплообмінник, де адсорбується силікагелем або цеолітом. Тепло, яке при цьому віддає адсорбент, поступає в систему опалення (теплота адсорбції). По закінченні процесу адсорбції цикл припиняється.

Основною задачею у розробці ефективної адсорбційної системи охолодження є вибір робочих речовин, а саме, адсорбенту, оскільки від інтенсивності процесів адсорбції та десорбції залежить ефективність роботи всього апарата.

Адсорбент повинен мати високу вологоємність і володіти здатністю достатньо повної регенерації при нагріванні.

Одним із основних недоліків існуючих адсорбційних холодильників є значна маса адсорбційного обладнання.

Робочі речовини можна поділити на такі групи:

- 1) адсорбенти на основі ефекту фізичної адсорбції – цеоліти, силікагелі, активоване вугілля;
- 2) адсорбенти на основі ефекту хемосорбції – солі лужних і лужноземельних металів.

Сорбційна ємність адсорбентів першої групи невелика, але завдяки сталості властивостей, довговічності гранул та невисокій температурі регенерації ці сорбенти отримали найбільш широке практичне використання.

Більш високою вологоємністю володіють органічні солі, які утворюють із парами холодоагенту тверді хімічні сполуки типу кристалогідратів. Однак практичне використання цих робочих речовин має технічні труднощі, пов'язані із проблемою збереження стабільності гранульованої структури адсорбенту, оскільки при багатократних циклах сорбції-десорбції можливе часткове розчинення солі при місцевому насиченні холодоагентом.

Експлуатаційні властивості апарата визначаються різницею температур при рівних тисках насичення води та сорбенту. Для вибору сорбенту для адсорбційного термотрансформатора в залежності від температур теплоносіїв, що визначають вказану різницю температур, розроблена узагальнена діаграма (рисунок 1) потрібного користуються графіком, наведеним на.

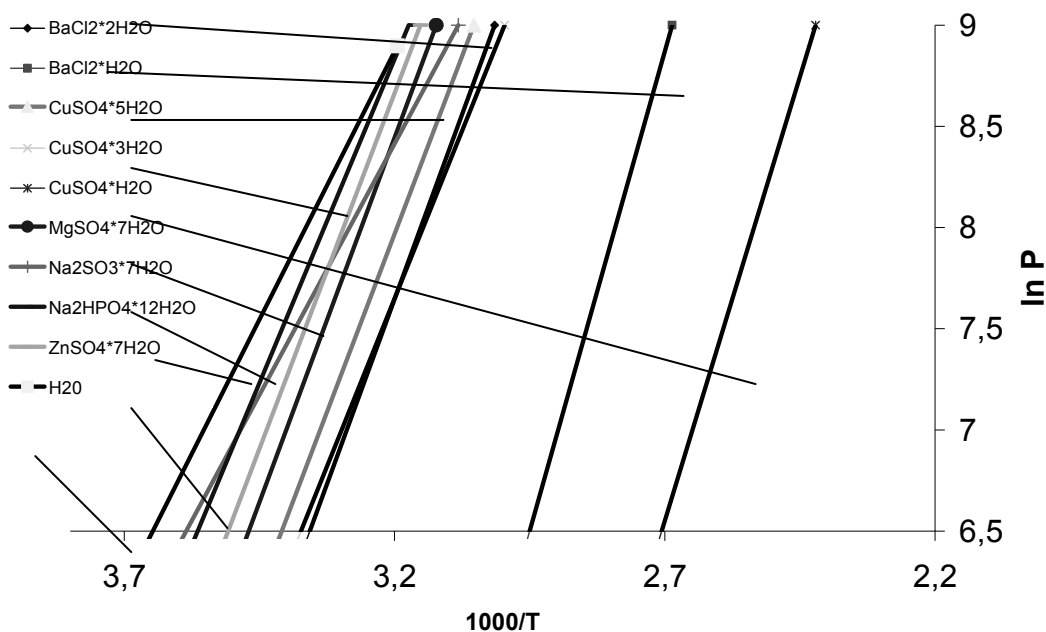


Рисунок 1 - Ізостери адсорбції пари води різними сорбентами

УДК 66.021.3/4

**ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛООБМІНУ В
РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ З ШАРНІРНИМ
КРІПЛЕННЯМ ЛОПАТЕЙ**

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

В технологічних процесах виробництва, з використанням термочутливих рідин, набули широкого використання роторно-плівкові апарати (РПА). Такі апарати відносяться до апаратів з підводом механічної енергії, за рахунок якої лопаті ротора при його обертанні утворюють на робочій поверхні плівкову течію оброблюваного рідкого продукту. При цьому вільна поверхня плівки продукту взаємодіє з парогазовою фазою і знаходиться в середині корпуса апарату.

В апаратах роторного типу рідина розподіляється по внутрішній поверхні стінки апарату і безперервно піддається додатковій турбулізації, що дозволяє збільшити значення коефіцієнтів тепло- і масо передачі в порівнянні з відповідними коефіцієнтами для гравітаційно стікаючих плівок і використовувати роторні апарати для випарювання дуже в'язких продуктів. В роторних апаратах одночасно знаходиться невелика кількість рідини (зазвичай на протязі від 3 до 20 с), що дозволяє широко використовувати їх для обробки термічних нестійких продуктів [1].

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, турбулізацією продукту при обертанні лопатей і т.і.). і на сучасному етапі практично не мають строгого теоретичного рішення.

Сучасні методи розрахунку базуються на спільності явищ переносу імпульсу, теплоти та речовини. Втрати тиску (перенос імпульсу) $\Delta P = \tau l / s$. Кількість теплоти, характеризується питомим тепловим потоком $q = \alpha \Delta T$. Кількість речовини - питомим масовим потоком $q_D = \beta \Delta C$

В роботі пропонується розглядати їх спільність в уявленнях напівемпіричної теорії турбулентного переносу [2]. З аналізу теорії турбулентного переносу випливає, що для розрахунку теплообміну в РПА необхідне теоретичне та експериментальне вивчення потужності N , утримуючої здатності V апарату. та дослідження теплообміну для перевірки адекватності моделі.

Крім того для плівкових апаратів важливою характеристикою є мінімальна густина зрошення. Γ_{\min} Зниження густини зрошення менше Γ_{\min} , призводить до руйнування плівки

При наявності зазору між стінкою корпуса і краєм лопаті за останньою утворюється плівка рідини товщиною δ . Формування плівки визначається умовами руху рідини через щілинний зазор, а отже залежить від реологічних властивостей рідини, а також від поперечного перерізу самого зазору. Таким чином об'єм рідини V в апараті складається з об'єму рідини перед лопаттю та за нею.

Загальна потужність, яку необхідно підвести до валу ротора є сумою складових потужностей:

- потужність, яка витрачається на передачу кінетичної енергії початкового обертання рідини;

- потужність, яка йде на перемішування рідини лопатями ротора;

- потужність, яка втрачається на ущільнення і опорах валу.

При розрахунках біотехнологічних апаратів найбільше практичне

Результати роботи можуть бути використані при розрахунку та проектуванні роторно-плівкових апаратів.

Перелік посилань:

1. Отчет по исследованию процесса молекулярной дистилляции в жидкостных пленках, стекающих по полимерным поверхностям в производстве ихтиена / Ю.Е. Лукач, Е.Г. Воронцов, Ю.В. Шевчук // Киев тип.№1 1980г №295-10т – 47с
2. Соколов В. Н., Яблокова М. А. Аппаратура микробиологической промышленности, - Л.: Машиностроение, 1988. – 278

УДК 532.54

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРОДИНАМІКИ В РІДИННОМУ ЕКСТРАКТЕРІ

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

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Особливості сукупного протікання гідродинамічних процесів в гетерогенних рідинних середовищах при здійсненні технологічних операцій перемішування, диспергування, емульгування, екстракції тощо привертають постійну увагу вчених і спеціалістів в галузі теплофізики. В першу чергу це пояснюється поширенням таких операцій в багатьох технологіях в різних галузях промисловості. Вивчення цих процесів 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. Як правило екстракція потребує великих енерговитрат, тривалого часу протікання, а обладнання, в якому він реалізується, має досить значну питому енерго- та металоємність. 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. Концентрація енергії, що виникає при цьому, 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.

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.

Для досягнення поставленої мети будуть вирішуватись наступні задачі:

- вибір для проведення лабораторних досліджень найбільш раціональної схеми апарата для екстракції із застосуванням потужних динамічних ефектів дискретно-імпульсного введення та трансформації енергії в рідинних дисперсних системах;

- виготовлення експериментального лабораторного стенда, розробка і обґрунтування методики проведення комплексних досліджень;
- проведення на модельних рідинах експериментальних досліджень особливостей протікання гідродинамічних процесів в рідинному і газовому трактах пульсаційного диспергатора при різних режимах роботи[2];
- проведення досліджень руху рідини окремо в корпусі апарата, в трубі, та між мембранами;
- розробка на основі проведених досліджень рекомендації з оптимізації пневмо-пульсаційного екстрактора камерного типу;
- створення математичної моделі роботи пульсаційного диспергатора з метою вибору раціональної конструкції апарата, дослідження різних режимів його роботи, а також для розробки методики масштабного переходу від лабораторного стенда до дослідно-промислового зразка[1];
- відпрацювання на лабораторному стенді оптимальних режимів;
- розробка методики розрахунку дослідно-промислового зразка апарата на основі лабораторного стенда[3];
- створення дослідно-промислового зразка рідинного екстрактора, випробування апарата в умовах виробництва і оцінка ефективності його роботи;
- оцінка енергетичної та економічної ефективності використання пневмо-пульсаційного устаткування при екстракції.

Об'єкт дослідження – процеси гідродинаміки та тепломасообміну в пневмо-пульсаційному апараті камерного типу.

Предмет дослідження – пневмо-пульсаційний апарат камерного типу.

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.
3. Накорчевский А.И., Мартыненко М.П., Басок Б.И. К расчету пульсаторов камерного типа // Инженерно физический журнал. – 2004. – Т. 77, № 1. – С. 129–132.

УДК 66.047:66.013

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОЇ СУШКИ РІДКИХ ТА ПАСТОПОДІБНИХ РЕЧОВИН.

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

Широке розповсюдження процесів сушіння в різних галузях народного господарства (в промислово розвинутих країнах заходу на процеси обезводнення витрачається біля 8% всієї енергії) свідчить про їх важливу роль в техніці. [1].

Одним з поширених методів обезводнення є розпилювальна сушка, що використовується для отримання порошкоподібного продукту з рідких та пастоподібних речовин [2]. Основними перевагами цього способу є висока інтенсивність масо- та теплообмінних процесів. Останнє набуває особливої ваги при висушуванні термолабільних, чутливих до високих температур матеріалів, так як при мінімальному часі перебування їх в об'ємі сушильної камери (5-15с) температура матеріалу, навіть в зоні високих температур теплоносія, є низькою, близькою до температури рівноважного випаровування (температури мокрого термометра)..

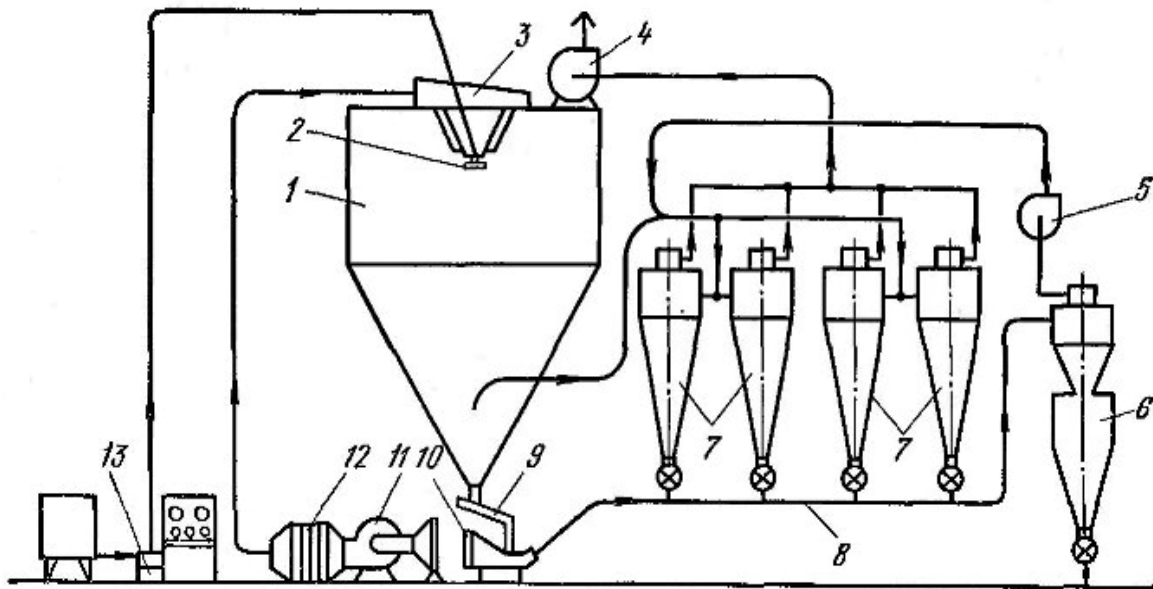
В сушарках розпилювального типу (рисунок 1), інтенсифікація процесу досягається шляхом диспергування розчину на часточки діаметром 10-100 мкм, що дозволяє при розпиленні одного кубічного дециметра рідини досягати площі випаровування 150-200 м² і як наслідок збільшувати коефіцієнти тепло- та масовіддачі [3].

Можливість використання теплоносія з високою температурою при збереженні якісних показників кінцевого продукту, висока степінь дисперсності порошку та інтенсивність тепломасообмінних процесів, можливість регулювання його властивостей дозволяють вважати розпилювальний метод одним з найбільш прогресивних методів зневоднення рідинних та пастоподібних матеріалів[4].

Серед головних недоліків розпилювального методу сушіння слід зазначити складність та високу вартість обладнання для розпилення та уловлювання пиловидного порошку з відпрацьованого теплоносія, невелика об'ємна маса продукту (потрібно вводити додаткові операції гранулювання, брикетування), високі енергетичні затрати, значні габарити сушарок, особливо тих, що працюють при низьких температурах теплоносія і головне не рівномірність розміру розпиленних крапель, що може значно впливати на тепломасообмінні показники і зумовити неоднорідність продукту.

Метою роботи є дослідження факелу розпилу та можливості забезпечення однорідності розміру отриманих капель .

Монодисперсність капель дасть змогу зменшити діаметр факелу і відповідно габаритні розміри установок. Крім того це відкріє перспективу використання теплоносіїв з більш високою температурою без небезпеки перегріву найдрібніших крапель.



1 — сушильна камера; 2 — дисковий розпилюючий пристрій;
3 — повітрерозподільувач; 4 — вентилятор; 5 — допоміжний вентилятор;
6 — бункер-накопичувач; 7 — циклони;
8 — пневмотранспортна лінія; 9 — вібралоток; 10 — фільтр;
11 — вентилятор високого тиску; 12 — калорифер; 13 —насос
Рисунок 1- Принципова схема сушильної установки типу РСМ

Перелік посилань:

1. Звіт по НДР : «Дослідження та систематизація методів оптимізації тепломасообмінних процесів у виробництвах порошкових продуктів з застосуванням різних типів розпилюючих установок» ,ІТТФ НАНУ, 2004р.,138с.
2. Сушки распылительные. Типы, основные параметры и размеры. ГОСТ 18906-80 М. Изд-во стандартов, 1980 9с.
3. Ликов М.В.,Сушка распылением,,Москва: Пищепромиздат, 1975г., 321с.
4. Долинский А.А. Расчет процессов переноса в распылительных аппаратах.,Киев: Наук.Думка, 1976г., с.62-69.

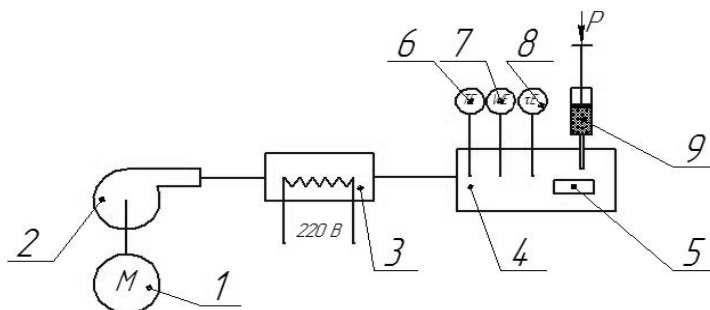
УДК 628.5:66.002.8

**СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ
ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ
ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ З
ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ ТОРФУ**

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

При внесенні мінеральних добрив з гуміновими речовинами відбувається підвищення їх ефективності на 40%, тобто краще засвоєння їх рослинами, а це відіграє важливу екологічну роль, адже не спожиті розчинені добрива потрапляють в ґрунтові підземні води і забруднюються довкілля, що недопустимо. Тому дослідження процесу тепломасообміну та перекристалізації при виробництві комплексних мінеральних добрив з гуміновими компонентами торфу має велике значення для промисловості та сільського господарства країни.

Дослідження цього процесу проводяться на установці сушіння зразків розчину (рис.1), властивістю якої є можливість регулювання температури вихідного теплоносія а також його витрати.



- 1 – двигун; 2 - технічний вентилятор; 3 – нагрівальний прилад; 4 – корпус; 5 - дослідний зразок; 6 – термопара; 7 – витратомір; 8 – прилад для вимірювання часу; 9 - дозатор

Рисунок 1 - Дослідна установка

Установка працює таким чином. Двигун 1 приводить в дію технічний вентилятор 2, що в свою чергу подає сушильний агент до нагрівального приладу 3, який потім потрапляє до корпусу 4, де власне і відбувається сушіння попередньо встановленого дослідного зразка 5. Там же встановлені всі необхідні вимірювальні прилади 6, 7, 8, за допомогою яких

проводяться вимірювання температури, витрати та часу відповідно, а також дозатор 9.

Метою дослідження є пошук оптимальних співвідношень концентрацій компонентів розчину, який проводиться методом підбору вмісту його складових. Задаються концентрації луку і торфу, звідки відповідно знаходиться частка води. Потім все переводиться в масові долі, що дає змогу приготувати закваску.

Вихідні розчини готуються для кожної серії дослідів в окремих посудинах. Для проведення дослідів заготовлюється 8 посудин з різними концентраціями компонентів. Спочатку в посудину засипається необхідна, попередньо розрахована кількість торфу, потім заливається вода, а вже вкінці додається луг. Все ретельно перемішується, після чого готуються зразки, які можна завантажувати на установку.

Для більшої точності висновків, наочної оцінки і розрахунків на кожен концентрацію робиться по два досліди, тобто загальна кількість зразків становить 16, кожен з яких завантажується в установку окремо. На останній задається температура і витрата теплоносія. Температура приймається приблизно 90°C, а витрата задається такою, щоб не було виносу дослідного матеріалу зі скла, на якому він подається в установку.

В результаті проведення досліджень робляться мікрофотознімки, проводяться розрахунки, будуються відповідні залежності і узагальнюються результати проведеної роботи.

Перелік посилань:

1. Я.М.Корнієнко. Технічні способи грануляції. Навч. Посібник.-К.:ІЗММ, 1997-128с.
2. Плановский А.Н., Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности. – М.: Химия, 1979. – 288с.

УДК 66.047-912

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ СУМІШІ ОВОЧІВ В КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ

д.т.н., проф. Снежкін Ю.Ф.

Інститут технічної теплофізики НАН України
к.т.н., доц.. Степанюк А.Р., магістрант Сімороз Д.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Сушіння являється найкращим консервантом для зберігання продуктів харчування, також воно дозволяє здешевити їх транспортування, надати їм необхідні властивості [1].

Вологу можна видаляти механічними способами (наприклад, віджимом), але більш повне обезводжування досягається лише шляхом випарювання вологи і відводом утворюваних парів, тобто з допомогою теплової сушки. При цьому попереднє приготування перед сушкою механічними способами (наприклад, подрібнювання на більш дрібні шматки потрібної форми), а потім – сушінням. Такий комбінований спосіб видалення вологи дозволяє підвищити економічність процесу [2].

В хімічному виробництві, як правило, приміняється штучне сушіння на спеціальних установках, так як процес природного сушіння на відкритому повітрі занадто довгий і не дає потрібних фізичних властивостей.

Для сушіння овочів та фруктів найкраще застосовувати конвективну сушку, так як вона дозволяє отримати очікувані фізичні та хімічні показники, при правильному, оптимального виборі режиму сушіння.

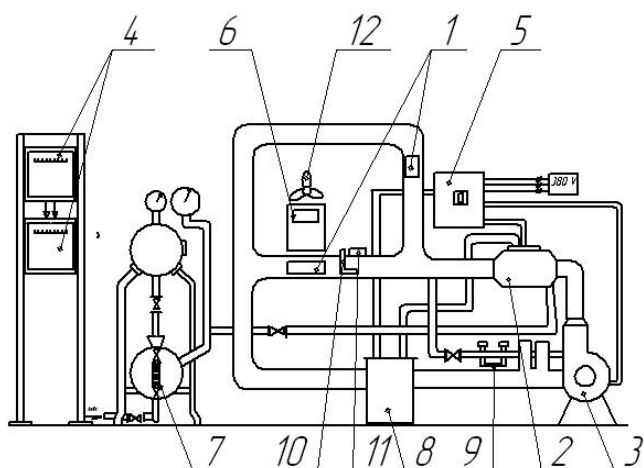
Метою даного проекту є експериментально дослідити кінетику процесу сушіння моркви та квасолі, побудувати криві сушіння та зробити висновок щодо оптимального режиму сушіння. Також є припущення, що при сушінні моркви та квасолі разом відбуватиметься значна інтенсифікація процесу, так як в даному випадку квасоля виступатиме адсорбентом, оскільки вона є більш сухою, тому буде відбирати частину вологи на себе. Такий спосіб дозволить зменшити кількість підведеної енергії, що зробить процес сушки більш м'яким та покращить фізико-хімічні властивості продукту після його відновлення його вологою (колір, смак та т.ін.).

Оскільки, сушіння овочів та фруктів не лише є хорошим методом консервації, а й значно зменшує їхню вагу, це в свою чергу значно полегшує їх транспортування, а отже і є економічно доцільнішим.

Для дослідження процесу сушки суміші моркви та квасолі була створена експериментальна установка.

Схема установки подана на рисунку 1.

Експериментальний стенд складається з системи ізольованих повітряних каналів з пристроями для теплової обробки і циркуляції теплоносія, вимірювальних ділянок, сушильних камер (вертикальної та горизонтальної), вимірювальних пристроїв для заміру величин, які характеризують кінетику сушіння досліджуваного матеріалу. Камера для сушіння представляє собою прямокутний короб, виконаний з листової сталі. Камера має бокові люки для з прозорими стінками, а також штуцери для виходу термоелектричних перетворювачів від матеріалу до потенціометру та трубки Піто.



- 1 - робочі камери; 2 – ділянка підігріву теплоносія; 3 – вентилятор;
4 – потенціометр; 5 – щит управління; 6 – ваги; 7 – паровий котел;
8 – автотрансформатор; 9 – психометр; 10 – трубка Піто; 11 – мікроманометр;
12 – побутовий вентилятор.

Рисунок 1. – Схема установки

Щоб мати уявлення про вплив режиму сушіння на її тривалість, криві кінетики сушіння систематизуються за параметрами, що характеризують режим.

Наприклад, якщо вивчається вплив температури, то на графіках наносяться криві сушіння, які відповідають різним температурам повітря, але при однаковій вологості і швидкості руху повітря. Якщо початковий вологовміст матеріалу різний, то криві сушіння можуть бути приведені до одного початкового вологовмісту шляхом переміщення їх по осі абсцис, якщо при цьому ми не виходимо з області періоду сталої швидкості сушіння. Необхідно відмічати реальний початковий вологовміст матеріалу, так як останній в загальному випадку впливає на критичний вологовміст.

Перелік посилань:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., «Химия», 1974. – 784с.
2. Лыков А.В. Теория сушки. М., «Энергия», 1968. – 472с. с ил.

УДК 66.911

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ НАГРІВУ ЗМЕРЗЛИХ ВАНТАЖІВ

к.т.н., доц. Троценко Л.М., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.,
магістрант Зуй К.О.

Національний технічний інститут України
«Київський політехнічний інститут»

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

В процесі побудови математичного опису були запропоновані певні допущення [2], зумовлені повільним характером процесу плавлення замерзлої води і прогріву суміші шихта – крига, шихта – вода, які розглядаються як єдиний субстрат з усередненими теплофізичними показаннями. Наявність деякої кількості тепла в порах шихти не враховувалась. Випромінююча поверхня приймалась у вигляді плоского безрозмірного випромінювача. Теплообмін між випромінювачем і поверхнею вагонів за рахунок природної конвекції не враховувався. Процес прогріву замерзлого конгломерату шихта – крига описується рівнянням параболічного типу [2]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \alpha_{\text{сз}} \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}; \tau \in [0, \tau_s]; \theta(0, x) = \theta_0 \quad (1)$$

де θ_0 – початкова температура замерзлої шихти, °С; $\alpha_{\text{сз}}$ – температуропровідність конгломерату шихта – крига; x – просторова координата за перпендикулярним напрямком до стінки вагону, м; τ – координата часу, с; τ_s – інтервал часу розрахунку, с.

Процес радіаційного теплообміну між випромінюючою поверхнею і зовнішньою стороною стінки вагона розглядається як теплообмін між двома нескінченними площинами з діатермічним середовищем між ними. Густина теплового потоку Δq_r визначається за рівнянням [2], кВт/м²:

$$\begin{aligned} \Delta q_r &= 10^{-8} \sigma \varepsilon [(t_r + 273)^4 - (t_s + 273)^4] = \\ &= k_r [(t_r + 273)^4 - (t_s + 273)^4] \end{aligned} \quad (2)$$

де $k_r = 10^{-8} \sigma \varepsilon$; σ – постійна Стефана – Больцмана, кВт/(м²К⁴),
 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$; t_r – температура випромінювача, °С; ε – приведена ступінь чорноти.

Низькотемпературні випромінюючі труби можуть бути максимально наближеними до поверхонь, що нагріваються, для забезпечення компактності приміщення. Авторами пропонується зробити труби та екрани рухомими, що дозволить налаштовувати дані елементи на оптимальній відстані від нагріваного об'єкту в залежності від ступеню промерзання, теплофізичних властивостей матеріалу і т.ін. Крім того потрібно визначити як змінюється температура не лише вглиб вагону (по товщині конгломерату), а й по висоті стінки вагону. Адже поверхні прогріваються не рівномірно і в деяких місцях максимальна температура досягається раніше. Таким чином авторами пропонується встановити пропоновані залежності, шляхом математичного моделювання, користуючись вище запропонованим математичним описом. Та визначити методи для вирішення запропонованої моделі.

Перелік посилань:

1. Пикашов В.С., Троценко Л.Н. Эффективный способ обогрева смерзшихся грузов в железнодорожных вагонах и отопления производственных помещений// Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006 - №6 – с.76-79
2. Колесник В.В., Орлик В.Н., Пикашов В.С., Троценко Л.Н, Бунь В.П. Математическое моделирование и расчет процесса радиационного нагрева смерзшихся грузов// Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006 - №6 – с.70-74

УДК 532.137: 666.97

ПРОЦЕС ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В ПРОЦЕСІ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ТРУБ

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

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Авторами був запропонований віброекструдер для формування фібробетонних труб [1], в якому здійснюється плин суміші у кільцевому каналі. Відповідно до цього була поставлена задача з'ясування особливостей процесу змішування, який при цьому здійснюється.

Був розглянутий процес простого змішування в умовах ламінарного плин у відсутності дифузії, що має місце у круглому кільцевому каналі. Для вирішення задачі використовувався феноменологічний підхід, який приймає фібробетонну суміш, як однорідне ізотропне середовище, а про структуру суміші робляться лише загальні застереження. Враховувалось, що вібруючі фібробетонні суміші при віброекструзії являють собою псевдоньютонівські системи.

У випадку ізотермічного сталого прямолінійного плин ньютонівської рідини за рахунок перепаду тиску $\frac{\partial p}{\partial z}$ у круглому кільцевому каналі формули для розрахунку швидкості u і об'ємної витрати Q [2] мають вигляд:

$$u = -\frac{1}{4\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \left[\left(R_{\delta}^2 - R_m^2 \right) \frac{\ln \frac{r}{R_m}}{\ln \frac{R_{\delta}}{R_m}} - (r^2 - R_m^2) \right],$$
$$Q = -\frac{\pi}{8\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \left(R_{\delta}^2 - R_m^2 \right) \left(R_{\delta}^2 + R_m^2 - \frac{R_{\delta}^2 - R_m^2}{\ln \frac{R_{\delta}}{R_m}} \right),$$

де R_{δ} – більший радіус круглого кільцевого каналу, м; R_m – менший радіус круглого кільцевого каналу, м; r – поточний радіус круглого кільцевого каналу, м; μ – вібров'язкість суміші, Па·с.

Швидкість зсуву $\dot{\gamma}$ визначається з першого виразу:

$$\dot{\gamma} = -\frac{1}{4\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \left(\frac{R_{\delta}^2 - R_m^2}{r \ln \frac{R_{\delta}}{R_m}} - 2r \right)$$

В результаті вирішення поставленої задачі авторами були отримані формули для розрахунку деформації зсуву γ :

$$\gamma = \frac{\left(\frac{R_{\sigma}^2 - R_m^2}{r \ln \frac{R_{\sigma}}{R_m}} - 2r \right) l}{\ln \frac{r}{R_m} \left(R_{\sigma}^2 - R_m^2 \right) - \left(r^2 - R_m^2 \right) \ln \frac{R_{\sigma}}{R_m}}$$

і середнього значення деформації зсуву у круглому кільцевому каналі, $\bar{\gamma}$:

$$\bar{\gamma} = \frac{4l \left[\frac{R_{\sigma}^2 - R_m^2}{\ln \frac{R_{\sigma}}{R_m}} - \frac{2}{3} (R_{\sigma}^2 + R_{\sigma} R_m + R_m^2) \right]}{(R_{\sigma} + R_m) \left(R_{\sigma}^2 + R_m^2 - \frac{R_{\sigma}^2 - R_m^2}{\ln \frac{R_{\sigma}}{R_m}} \right)}$$

Отримані формули дозволяють здійснити кількісний опис деформування суміші за допомогою функції розподілу деформацій.

Запропоновані аналітичні залежності передбачається застосовувати для розрахунку нового віброекструзійного обладнання для перемішування фібробетонних сумішей і формування дисперсноармованих труб.

Перелік посилань:

1. Висновок про видачу патенту України № 4690/ЗУ/11 від 11.03.2011. МПК (2009) F28D 7/00. Пристрій для формування фібробетонних труб / Андреев І.А., Комкіна Н.В.; заявник і патентовласник вони же. — № u201012272; заявл. 18.10.10.
2. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости: учебник для государственных университетов / Н.А.Слезкин. — М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1955. — 519 с.

УДК 678.027.3-036.5

**ПРОЦЕС ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНО-ВОДЯНОЮ СУМІШШЮ
ЕКСТРУДОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ**

д.т.н., проф. Мікульонок І.О., аспірант Вознюк В.Т.,
магістрант Кравченко Ю.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Ефективність застосування повітряно-водяної суміші (ПВС) для охолодження екструдованих полімерних виробів доведена під час охолодження труб [1]. Такий спосіб охолодження дає можливість значно скоротити витрати охолодної води, забезпечуючи при цьому достатню інтенсивність відведення теплоти з охолоджуваної поверхні.

Охолодження ПВС набуло широкого застосування у системах конденсації приміщень [2]. При цьому у багатьох працях до ПВС застосовують термін «туман», адже розмір крапель у таких сумішах рівний приблизно 15 мкм. Однак отримані у цих дослідженнях результати не можуть бути застосовані під час охолодження екструдованих полімерних виробів, адже вони не дають можливість визначити коефіцієнт тепловіддачі.

За фізичними явищами процес охолодження ПВС подібний до струменевого охолодження, що досліджене і узагальнене у праці [3]. Однак ці дослідження не можуть бути застосовані для ПВС з достатньою точністю, адже вони були проведені для крапель значно більшого розміру (більше 100 мкм) і при цьому режими руху рідини на границі теплообміну можуть значно відрізнятись.

Основною особливістю охолодження за допомогою ПВС є те, що дрібнодисперсна рідина швидко нагрівається і випаровується, відводячи при цьому значну кількість теплоти за рахунок поглинання енергії під час фазового переходу. Особливо ефективно застосовувати такий спосіб охолодження під час виготовлення полімерних труб, адже за таких умов легко організувати у внутрішньому просторі труби потік повітря, яке б швидко відводило випаровану рідину з зони охолодження. До того ж у замкненому просторі охолодний потенціал ПВС буде використовуватися найефективнішим чином.

Розглядаючи процес охолодження внутрішньої поверхні екструдованої полімерної труби за допомогою ПВС можна виділити дві основні стадії: 1) рідина повністю випаровується з поверхні труби і відводиться потоком ПВС, що відбувається під час охолодження поверхні з температурою вище 100 °С; 2) на поверхні труби утворюється плівка рідини, що характерно за низьких температур охолоджуваної поверхні.

У першому випадку слід розглядати як процес випаровування з поверхні труби так і процес випаровування крапель у потоці вже нагрітої ПВС.

У другому ж випадку внутрішню поверхню труби слід умовно поділити на зони, де відбуватиметься різне гідродинамічне поведіння плівки рідини (рис. 1). У верхній частині (зона I) можливе утворення плівки, відведення рідини з якої здійснюється краплями, що періодично зриваються. У зонах II та III відбувається перерозподіл маси рідини з верхньої частини труби до нижньої. У зоні IV збираються потоки з зон II та III і потік рідини рухається вздовж осі труби.

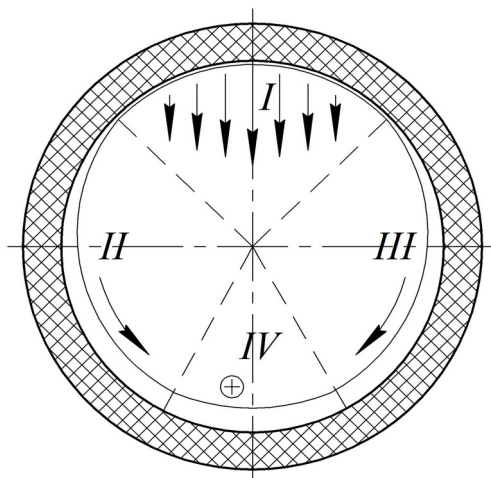


Рисунок 1 – Схема течії плівки рідини

Щоб якісно врахувати всі чинники відповідно до розглянутих фізичних особливостей процесу охолодження за допомогою ПВС слід створити математичні моделі для кожної з характерних зон і провести відповідні експериментальні дослідження.

Перелік посилань:

1. Вознюк В. Т. Експериментальні дослідження двостороннього охолодження полімерної труби / В. Т. Вознюк, І. О. Мікульонюк // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2010. — № 1(5). — С. 4—7.
2. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Е. В. Стефанов. — СПб : Авакко Северо-Запад, 2005. — 400 с.
3. Исаченко В. П. Струйное охлаждение / В.П. Исаченко, В.И. Кушнырев. — М. : Энергоатомиздат, 1984. — 216 с.

УДК 66.074.48:621.928.9

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДЦЕНТРОВОГО КЛАСИФІКАТОРА

к.т.н. Серебрянський Д.О., магістрант Семенюк М.В.
Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут»

Виробництво дисперсних матеріалів з вузьким гранулометричним складом є технічно складним завданням. Устаткування, що існує для цієї мети, надзвичайно громіздке, енергоємне, малоефективне і не забезпечує якість продуктів по багатьом показникам [1]. Для системи розділення основне завдання класифікаторів полягає в максимальному вилученні з продукту дрібних частинок необхідного розміру.

Ефективність пиловловлювання класифікатора [2] з циліндро - конічною і циліндро - конфузornoю формою корпусу було розраховано за допомогою нового методу, що базується на використанні інтегрального параметра інтенсивності скрутки потоку – критерію кінематичної подібності внутрішніх закручених потоків.

Найбільш поширений на практиці метод для розрахунку ефективності отримав імовірнісний метод розрахунку, який базується на використанні логарифмічно нормального закону розподілення часток пилу по розмірам і залежності ефективності пиловловлювання в класифікаторі від діаметра часток, що вловлюються. При використанні цього методу потребуються відомості двох параметрів, що характеризують роботу уловлювача $\sigma_{\eta 50}$, σ_{η} .

Метою даної роботи є визначення ефективності уловлювання в каналах дисперсних часток у відцентровому класифікаторі нової конструкції в залежності від швидкості руху запиленого повітря та діаметру часток. За даними таблиці 1.11 [3] знаходимо ступень осадження часток пилу у восьмиканальному класифікаторі. Результати розрахунку наведені на рис. 1 та рис. 2.

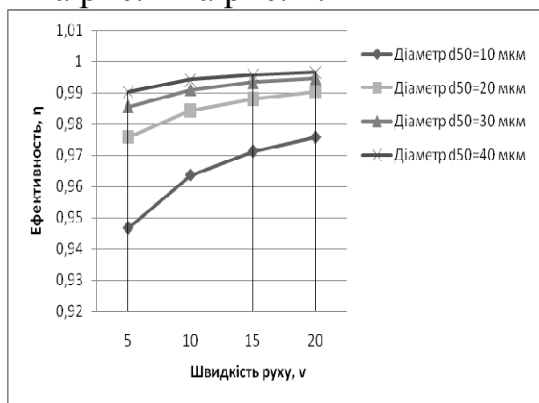


Рис. 1

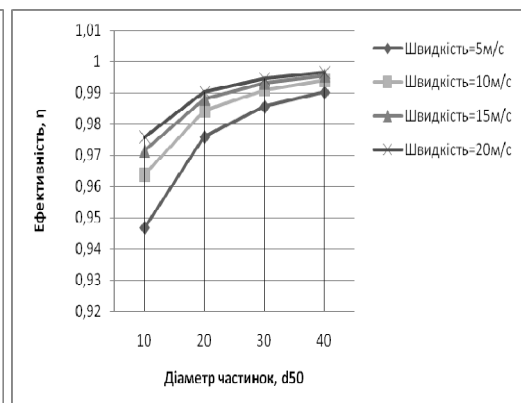


Рис. 2

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. МАШГИЗ. Москва 1961г. – 381 с.
2. Приемов С.И. К расчету эффективности золоулавливания и гидравлического сопротивления циклонных аппаратов // Пром. теплотехника. – 2004. – т. 26, №4. – С. 58.
3. Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрыбин Г.М. Очистка газов и воздуха от пыли в химической промышленности – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.:Химия 1993. – 320с.

УДК 66.067.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОТАЛЬКІТУ, ЩОДО СОРБЦІЇ НІТРАТІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

ст. наук. співробітник Приходько Р.В., ст. викл. Магазій П.М.,
магістрант Вишневецький С.П.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день внаслідок підвищення техногенного навантаження на оточуюче середовище, велика увага приділяється видаленню нітрат іонів. Нітрати в організмі людини можуть взаємодіяти з гемоглобіном утворюючи дуже стабільний метгемоглобін, і з деякими амінокислотами з утворенням нітрузоаміну, який є канцерогенною речовиною. Сучасні методи очищення від нітрат іонів на жаль недостатньо ефективні як з екологічною так і з економічної точки зору.

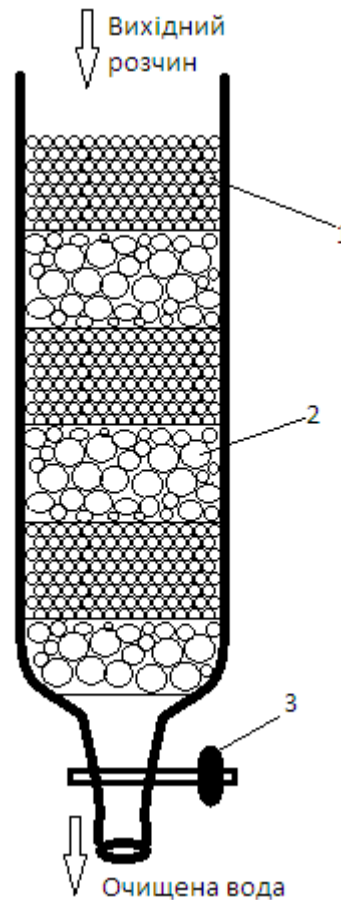
Синтетичні шаруваті подвійні гідроксиди, так звані гідроталькітоподібні матеріали, які викликають підвищений інтерес дослідників з причини їх використання в якості адсорбентів [1,2].

Метою даної роботи є розробка нового способу сорбційної очистки водних розчинів від аніонів з використанням шарового подвійного гідроксиду (гідроталькіту).

Методом співосадження було приготовано карбонатний подвійний гідроксид з атомним співвідношенням $(Mg^{2+} + Al^{3+})/Al^{3+}$ рівним 3 і кристалографічною формулою $[Mg_{0,668} Al_{0,332}(OH)_2](CO_3)_{0,166} \cdot 0,56H_2O$.

До скляного реактору з підігрівом та магнітним перемішуванням внесли 0,2 дм³ дистильованої води, до якої при 295 К додавали із швидкістю 0,014 дм³/хв. - 0,1 дм³ водного розчину, який містив: 0,0588 кг $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ і 0,0415 кг $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$. Одночасно до цього ж реактору додавали із швидкістю 0,1 дм³ водного розчину 0,027 кг NaOH і 0,0059 кг Na_2CO_3 . Впродовж додавання цих розчинів при інтенсивному перемішуванні величину рН реакційного середовища підтримували в межах 9-10. Надалі реакційну суміш витримували при 338 К впродовж 30 хв. Утворений твердий осад відфільтровували та промивали водою до рН = 6,5-7,0. Зразок сушили при 373К впродовж 12 год.. Прожарювання проводили в муфельній печі при 823К впродовж 2 год. Отриманий матеріал формували на пресі у таблетки, які подрібнювали у ступці і через сита відокремлювали фракцію розміром 0,1 – 0,5 мм. Цю фракцію використовували в якості сорбенту.

Отриману фракцію пошарово з цеолітом завантажили в експериментальну установку. Схема експериментальної установки представлена на (рис.1) Діаметр пропускання вихідної води 20 мм.



1 – шар гідроталькиту; 2 – шар цеоліту; 3 – регулювальний кран

Рис.1 – Схема експериментальної установки

Степінь очистки води від нітратів гідроталькітом на розробленій установці буде визначено в ході подальших досліджень.

Сорбційні властивості шаруватих подвійних гідроксидів, істотно залежать від їх хімічного складу та умов активації, вирішальним чином впливають на сорбційну ємність цих матеріалів у досліджених процесах.

Перелік посилань

1. K. Pirkanniemi, M. Sillanpaa, Chemosphere 48 (2002) 1047.
2. A.E. Palomares, J.G. Prato, F. Márquez, A. Corma, Appl. Catal. B: Environ. 41 (2003) 3.

УДК 683.945.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ВУГЛЕВОДНІВ

к.т.н. доц. Ільєнко Б.К., магістранти Гета В.В., Шпиль М.О.

Національний технічний університет України

«Київський Політехнічний Інститут»

Виробництво нижчих олефінів і дивініла є однією з найважливіших задач нафтохімічної промисловості. Нижчі олефіни і дивініл внаслідок їх високої активності і особливостей структури молекул є важливими вихідними речовинами в виробництві пластичних мас і синтетичних продуктів.

Нижчі олефіни в основному отримують під час піролізу газоподібних вуглеводнів в трубчастих печах. Останнім часом, в якості сировини для отримання нижчих олефінів починають використовувати рідкі фракції переробки нафти. Однак, слід зазначити, що трубчасті піролізні печі на всіх видах сировини працюють зі значним коксоутворенням, що робить їх роботу періодичною, так як необхідно періодично випалювати кокс що відклався. Особливо загострене дане питання при використанні в якості сировини рідких вуглеводнів. Тому розробка безперервного процесу піролізу рідких фракцій переробки нафти, починаючи від бензинів прямої перегонки, деароматизованих реформатів і аж до сирової нафти без помітного коксоутворення, є своєчасною. Таким процесом може слугувати процес піролізу рідких вуглеводнів в потоці перегрітої водяної пари, що використовується в якості теплоносія.

Суть процесу полягає в тому, що водяна пара і вихідна сировина в роздільних апаратах перегріваються до певних температур. Потім обидва потоки направляються в змішувальний пристрій реактора. Добре змішані потоки поступають в реакційну камеру, де при малому часі контакту відбувається піроліз сировини.

Роздільний підігрів водяної пари і сировини до відносно високих температур і малий час перебування сировини в реакційній зоні дозволяють створити високопродуктивні агрегати одиничної потужності, що здатні проводити процес піролізу з високою концентрацією в ньому нижчих олефінів і дивініла. Подальша конденсація водяної пари дає можливість відправляти на розділення висококонцентровані фракції C_2 та C_3 , що в свою чергу знижує затрати на розділення. Крім того, за рахунок

розбавлення сировини водяною парою процес проходить з незначним коксо- або сажоутворенням, що дозволяє переробляти більш важкі види сировини, такі як деароматизовані платформат і гідроформат, сировину газоконденсатних родовищ, а також важкі нафтові продукти.

В якості сировини піролізу використовуються індивідуальні вуглеводні (етан, пропан, бутан), їх суміші, попутні гази нафтодобування і рідкі нафтові фракції (бензинові, гасо-газойлеві і вакуумні дистиляти). Перше місце серед них, за рівнем попиту, займає етилен – найбільш крупнотонажний продукт нафтохімії, рівень виробництва якого є критерієм розвитку даної галузі промисловості. Із цього відносно дешевого і реакційноздатного мономера отримують поліетилен, оксид етилену, етиловий спирт, стірол, дихлоретан та інші хімічні продукти.

Характеристики і якість сировини для піролізу змінюються в широких межах, тому дослідження процесу піролізу фракцій нафти різних родовищ є досить актуальним питанням. Крім того інтенсивно проводяться дослідження по розробці технічних рішень, що дозволять підвищити ефективність переробки вуглеводневої сировини в трубчатих печах.

Перелік посилань

1. Барабанов Н.Л., Мухіна Т.Н. Піроліз етану в реакторах різних масштабів.-Нафтопереробка і нафтохімія, 1968, №5, с. 27-29.
2. Гориславец С.П., Мухіна Т.Н., Тімощенко П.Н., Тамразов А.М. Вплив схеми підвода тепла на ефективність піролізу низькооктанового бензина.-Хімічна технологія, 1977, №3, с. 42-45.
3. Гориславец С.П. Інтенсифікація процесу піролізу вуглеводнів в промислових трубчатих печах.- Хімічна технологія, 1983, №4, с. 28-30.
4. Гориславец С.П., Ільченко А.І., Дмитрієв В.М. Установка для піролізу вуглеводнів. А.с. 684058 (СРСР).- Опубл. в Б.І., 1979, №3.
5. Мухіна Т.Н., Кричко А.А. Розвиток комплексної переробки рідких продуктів піроліза вуглеводневої сировини.- Нафтохімія, 1985, №5, с. 643-654.

УДК 621.78

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ТЕРМОПІДГОТОВКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ

к.т.н. Собченко В.В., Інститут газу НАН України, м. Київ,
магістрант Химич І.І.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Спучений перліт – один з матеріалів, який знайшов своє використання в різних областях народного господарства завдяки широкому діапазону можливих технічних характеристик.

Спучений перліт отримують з екологічно чистої природної сировини - перліту (матеріалу вулканічного походження). Основним технологічним процесом при його виробництві є спучування. Перліти різних родовищ мають різні властивості, які суттєво впливають на отримання готового продукту. Коефіцієнти спучування сировинного перліту коливаються від 3 до 15, температура спучування складає діапазон від 1173 до 1373 К. Вогнестійкість перлітів складає 1463–1523 К [1]. Важливою особливістю перлітової породи є наявність у ній до 15% зв'язаної води [2]. Дослідженнями встановлено, що наявність у вулканічному склі визначеної кількості розчиненої води є головним чинником для спучування перліту.

Одним з шляхів надання необхідних характеристик спученого перліту є проведення процесу термопідготовки сировинного матеріалу перед спучуванням. Авторами [3,4] встановлено, що попередня термообробка подрібненої перлітової сировини при температурі 473...673 К протягом 10...20 хв перед випалюванням підвищує якість одержуваного спученого перліту при використанні в будівництві. Кінцевий продукт отримують з закритою пористістю, збільшеним виходом крупних зерен, як піску, так і щебеню; підвищується міцність і зменшується водопоглинання зерен. Отже попередня термообробка є важливим процесом для підвищення якості і ефективності вихідного продукту.

За мету ставилось завдання дослідження процесу термопідготовки в апаратах псевдозрідженого шару при виробництві спученого перліту з вдосконаленням параметрів процесу.

Проведено аналіз літературних і патентних джерел по дослідженню процесу тепло-масообміну в апаратах псевдозрідженого шару та сформульовано задачі теоретичних та експериментальних досліджень:

- Виконати дослідження процесу дегідратації перліту родовищ України при його термопідготовці шляхом розробки математичної моделі та відповідної перевірки її адекватності експериментальним шляхом;

- На основі результатів математичної моделі визначити параметри технологічних режимів процесу термopідготовки сировинного перліту;
- Дати практичні рекомендації щодо впровадження результатів досліджень в технологію виробництва спученого перліту.

Перелік посилань:

1. П.В. Кривенко, К.К. Пушкарева, М.О. Кочевих Заповнювачі для бетону, К., 2001, с. 400
2. А.А. Крупа Физико-химические основы получения пористых материалов из вулканических стекол, К.: Вища школа, 1978 – 136 с
3. Л.В. Алексеева, Ю.И. Хвастухин, Н.К. Когуца Двухстадийное производство вспученного перлита из сырья Украины с применением нового технологического оборудования – тепловых агрегатов кипящего слоя // Строительные материалы и изделия, 2002, № 4, с.5-10
4. Костогрыз К.П., Хвастухин Ю.И., Алексеева Л.В. Термоподготовка сырья в псевдооживленном слое – средство регулирования качества перлитового песка // Строительные материалы и изделия. – 2005, №6, С. 17 – 21.

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., Інститут газу НАН України
магістранти Шпиль М.О., Гета В.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Однією з найважливіших проблем охорони навколишнього середовища є захист повітряного басейну від надмірних забруднень. Отже, розвиток нових технологічних процесів повинен бути збалансованим з розробкою технології і апаратури, що запобігають викиди в атмосферу, чи зменшують їх до допустимих рівнів.

Відомо що фільтрацію запиленних газових потоків широко використовують в техніці. Тонка очистка газових потоків досягається на тканинних фільтрах. Такі фільтри є дуже розповсюдженими. Можливості їх використання розширюється в зв'язку із створенням нових, стійких до температур та до агресивних газів, тканин. Найбільше розповсюдження мають рукавні фільтри.

Алюміній і його сплави, що отримані з вторинної сировини, відіграють важливу роль у загальному балансі виробництва та споживання кольорових металів в Україні. Низькі питомі капітальні вкладення і невеликі експлуатаційні витрати зумовлюють розвиток вторинної кольорової металургії, особливо переплаву алюмінієвого брухту.

Гази, що відходять від печей переплаву лому кольорових металів містять шкідливі домішки як газоподібні так і пиловидні (пил). Очистку забруднених газів виконують за допомогою апаратів рукавних фільтрів. Але, слід зауважити, що такі фільтри вловлюють тільки пил. Запахи, тобто газ, вони не вловлюють. В умовах боротьби із забрудненням атмосфери іноді слід боротися і з газом, для цього застосовують інші технології.

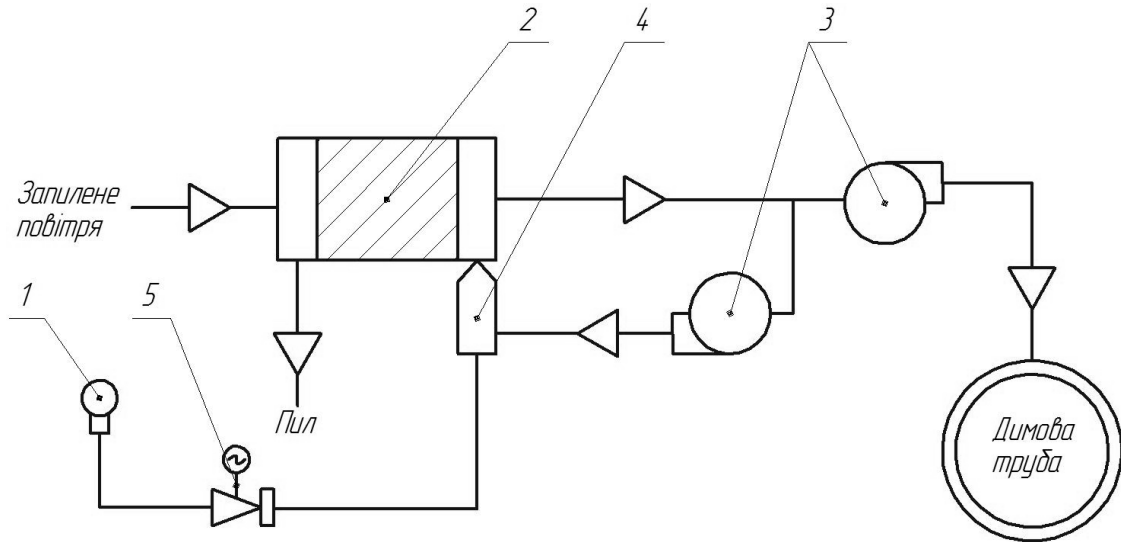
В магістерській дисертації досліджується процес знешкодження газових викидів на апараті рукавних фільтрів зі зворотною імпульсною продувкою при переробці брухту кольорових металів, це є **об'єктом досліджень**.

Завдання дисертації – розробити фізичну та математичну моделі, вибрати та обґрунтувати методи розв'язання математичної моделі, розробити та спроектувати дослідну установку, експериментально перевірити її, обробити та узагальнити отримані результати.

На даний момент розроблена схема дослідної установки і ведеться робота по її конструюванню, після чого пріоритетним завданням буде дослідження вище вказаного процесу, при різних концентраціях пилу, та,

на основі отриманих даних, знаходження оптимального часу регенерації рукавних фільтрів.

Принципова схема дослідної установки зображена на рисунку 1.



1 – компресор; 2 – фільтр; 3 – вентилятори; 4 – струминна помпа;
5 – електроклапан

Рисунок 1 – Принципова схема дослідної установки

Перелік посилань:

1. Гордон Г.М., Пейсахов І.Л. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии. М. «Металлургия». 1977.
2. Осипенко В.Д., Васильченко Н.М. Наладка и эксплуатация газоочистных сооружений в черной металлургии. М. «металлургия». 1983.
3. ДСТУ 3211 – 95 (ГОСТ 1639 – 93) Лом и отходы цветных металлов и сплавов.

УДК 678.02

КАСКАДНА ЕКСТРУЗІЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

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

Національний технічний університет України

«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 продукт вищої якості, але й з тим, що вони використовуються як загально визнаний 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].

На рисунку 1 зображений шестеренний насос для комплектації технологічних ліній для переробки полімерів [2].

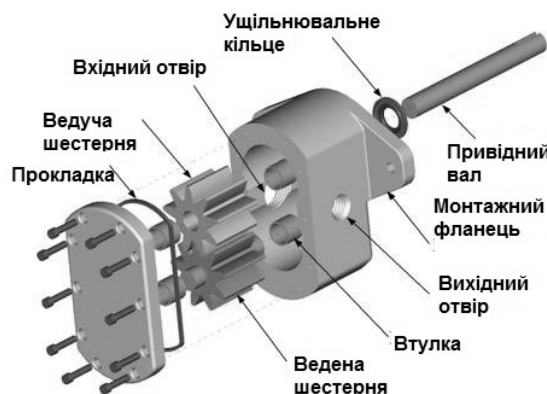


Рис.1 – Шестеренний насос для комплектації технологічних ліній для переробки полімерів

Шестеренний насос в процесах екструзії виконує функцію подачі потоку розплаву до екструзійної головки постійного тиску і швидкості. Завдяки тому, що шестеренний насос не просто перекачує розплав полімеру, а й створює необхідний тиск для проходження через головку екструдера, то робота самого екструдера тепер спрямована тільки на

розплавлення та гомогенізацію полімеру, що безумовно є перевагою каскадних схем екструзії.

Шестеренні насоси дозволяють зменшити затрати матеріалу та енергії на його розплавлення, знизити середню температуру розплаву полімеру та підвищити точність виготовлення кінцевого продукту. Таким чином використання шестеренних насосів зменшує загальні витрати на виробництво, обслуговування і ремонт.

На рисунку 2 приведені залежності температури й тиску з використанням шестеренних насосів і без них при екструзії полімерів [3].

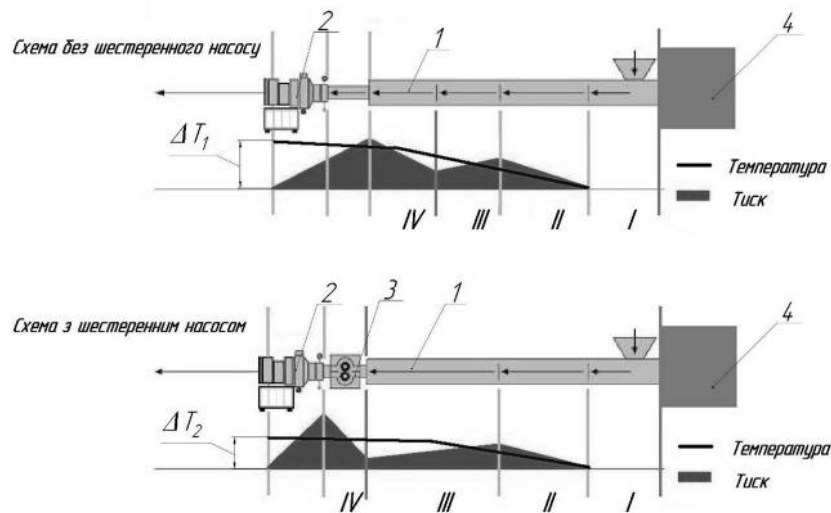


Рис.1 – Залежність температури й тиску при використанні шестеренних насосів і без них при екструзії полімерів

1 – екструдер, 2 – головка екструзійна, 3 – шестеренний насос, 4 – привід, I – зона завантаження, II – зона пластифікації, III – зона гомогенізації, IV – зона створення тиску

В результаті дослідження використання шестеренних насосів в каскадних схемах екструзії вдалося зменшити затрати матеріалу та енергії на його розплавлення на 10-15%, знизити середню температуру розплаву полімеру на 15–20°C (внаслідок чого з'являється можливість підвищити гомогенізуючу та диспергуючу здатність самого екструдера) та підвищити точність виготовлення кінцевого продукту за рахунок зменшення допуску на товщину.

Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення системи подачі вихідної сировини для оптимізації енергоспоживання, а також модернізацію існуючої конструкції шестеренного насосу.

Перелік посилань:

1. Рауендааль К., «Екструзия полимеров», 2008 г., Изд.: Профессия.
2. Веб-сайт компанії «Мааг» - <http://www.maag.com/>
3. Рауендааль К., М. д. Пилар Норьєга Е., Харрис Х. «Выявление и устранение проблем в экструзии», 2008 г., Изд.: Профессия.

УДК 628.5:66.002.8

ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАННЯ РІДИНИ ПРИ ОБРОБЦІ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

к.т.н., доц. Семінський О.О., магістрант Тимошенко В.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Роторно-пульсаційні апарати (РПА) використовуються для обробки таких систем, як «рідина – рідина», «рідина – тверде тіло» та «газ – рідина», вони зарекомендували себе як продуктивне та економічне обладнання 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.

В процесі обробки в роторно-пульсаційному апараті середовище піддається багатофакторному впливу. Пульсації тиску потоку рідини, інтенсивна кавітація і кумулятивні струмені від зхлопування кавітаційних бульбашок, розвинена турбулентність, ударні хвилі, високі зсувні та зрізуючі деформації – всі ці фактори викликають підвищення температури, розсіюючи підведену енергію і тим самим знижуючи гідравлічний ККД апарату. Враховуючи, що в РПА в дуже часто оброблюються термічно чутливі рідини та рідини, які в технологічних циклах проходять подальшу теплову обробку, визначення теплових характеристик РПА дозволяє коректно підібрати технологічні режими обробки, а також знизити виробничі за рахунок підвищення енергоефективності апарата шляхом більш правильного параметрів гарнітури.

Відомі експериментальні дослідження нагрівання при циклічній обробці рідин в РПА циліндричного типу з зовнішньою циркуляцією [1, 2]. Співставлення наведених результатів свідчить, що відмінності конструкції суттєво впливають на закономірності роботи РПА.

Авторами проведено експериментальні дослідження нагрівання модельної рідини в РПА з внутрішньою циркуляцією, що має циліндричну гарнітуру типу «ротор-статор» з крилаткою. В якості модельної рідини обрано воду. Експеримент проводився в діапазоні температур від 17,5 до 100 °С.

Встановлено залежність температури модельної рідини від часу обробки (рис. 1).

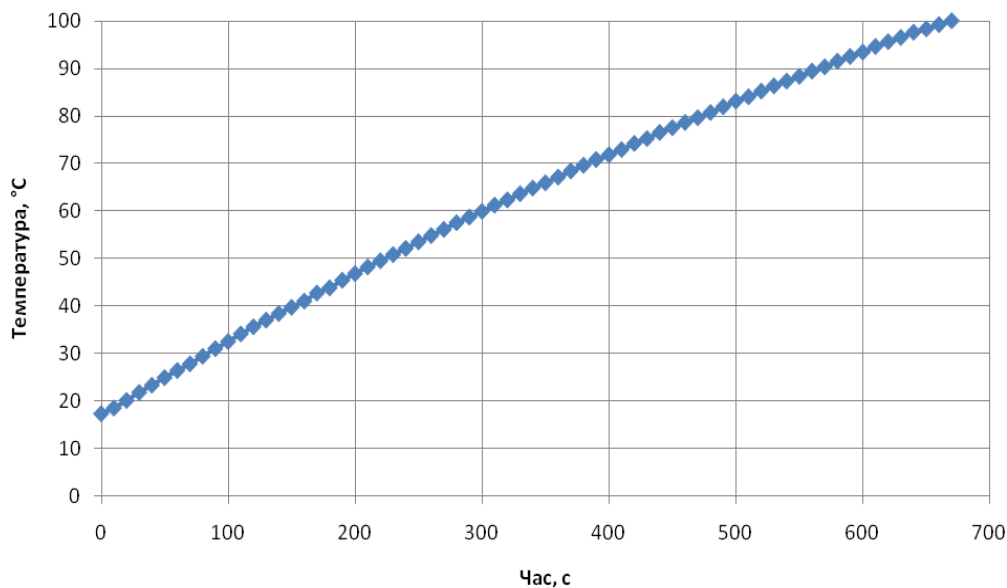


Рисунок 1 – Залежність температури води від часу її обробки

Отримана залежність має форму монотонно зростаючої кривої з незначним вигином в область підвищення температури. Математично ця залежність задовільно описується поліному другого порядку. Достовірність апроксимації визначено за допомогою коефіцієнту кореляції, який дорівнює 1.

Під час проведення експерименту середня швидкість нагрівання рідини становила 0,123 градуса за секунду. Розраховано, що частка енергії, що пішла на нагрівання модельної рідини, складає 76 %. Такий потенціал нагрівання дає можливість знизити витрати енергії на термічну обробку рідини.

Результати проведеного експерименту будуть взяті за основу при розробці методики і проведенні подальших досліджень з метою встановлення надійних розрахункових залежностей, що дозволять визначати кількість одержаної теплової енергії в залежності від геометрії гарнітури та надання практичних рекомендацій щодо вибору ефективного режиму роботи РПА.

Перелік посилань:

1. Балабудкин М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. – М.: Медицина, 1983. – 160 с.
2. Пироженко І.А. Гідродинаміки та теплові ефекти в циліндричному роторно-пульсаційному апараті. Автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук за спеціальністю 05.14.06 - технічна теплофізика та промислова енергетика. – Київ, 2005 – 21 с.

СЕКЦІЯ 2

**«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО ПАПЕРОВИХ
ВИРОБНИЦТВ»**

УДК 676.056.42

ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

к.т.н., проф. Марчевський В.М., асист. Мельник О.П.,
магістрант Дзюба М.Г.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Проблема інтенсифікації процесу зневоднення паперового полотна є актуальною, адже збільшення сухості на пресовій частині на 1 % дозволяє зменшити витрати пари на 5 % на сушильній частині машини, і відповідно кількість викидів брудної пари в атмосферу.

Метою роботи є інтенсифікація процесу пресування і збільшення кінцевої сухості паперового полотна.

В роботі поставлені наступні задачі: розробити лабораторно-дослідну установку для дослідження процесу гарячого пресування при підвищених температурах пресового валу і збільшених швидкостях паперового полотна в захваті пресу; розробити методику експериментального дослідження; експериментально дослідити кінетику гарячого пресування; узагальнити результати досліджень.

Об'єкт дослідження – процес гарячого пресування паперового полотна.

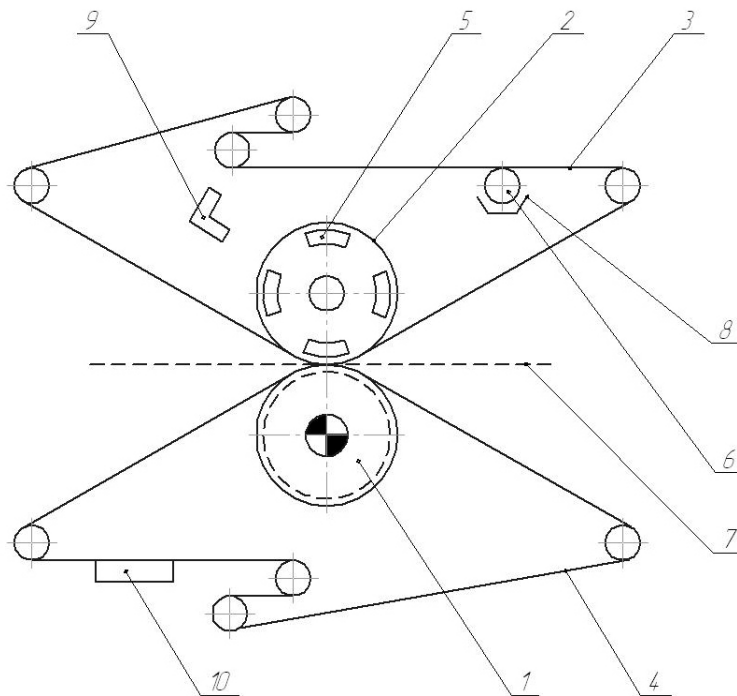
Предмет – дослідження кінетики пресування паперового полотна.

Попередній аналіз процесу пресування в захваті преса показав, що гідравлічний тиск в папері значно менший ніж загальний тиск в папері, який створюється силовим механізмом преса. Отже, величина різниці тисків в папері та сукні, яка є рушійною силою процесу фільтрації, незначна. Щоб збільшити швидкість фільтрації необхідно збільшити гідравлічний тиск в папері, не збільшуючи при цьому гідравлічний тиск у сукні. Досягти цього механічним шляхом неможливо, зате можливо значно підвищити гідравлічний тиск в папері за рахунок випаровування води в зоні контакту нагрітого валу з вологою поверхнею паперового полотна. Для цього верхній вал преса необхідно нагріти до температури, яка забезпечить в зоні контакту з папером, необхідний тиск пари.

Для досягнення поставленої мети розроблено лабораторно-дослідну установку (рис. 1).

В якості методу дослідження прийнято метод планування експерименту, який дозволяє отримати рівняння регресії, яке пов'язує сухість паперового полотна, після пресування, з параметрами процесу пресування, які можна виміряти з необхідною точністю під час експериментальних досліджень. Буде розглядатись залежність сухості

паперового полотна після преса при гарячому пресуванні від температури вала, лінійного тиску і швидкості пресування.



- 1 – вал жолобчатий приводний; 2 – вал верхній; 3 – лавсанове сукно;
4 – сукно нижнє; 5 – електричний нагрівач;
6 – валик для зволоження сукна; 7 – паперове полотно;
8 – піддон; 9 – пірометр; 10 – сукномийка;
Рисунок 1 – Схема лабораторно-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 676.2.065.5

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ КАРТОНУ

к.т.н., проф. Марчевський В.М., к.т.н., доц. Воронін Л.Г.,
магістрант Кравчук А.З.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Виробництво гофротари займає стаłe місце на українському і на міжнародному ринках. На це виробництво затрачаються великі грошові масиви, що спонукає до подальшого дослідження процесів, які протікають при виготовленні гофротари. Важливе місце займає процес нагрівання картону на нагрівальних валах, де використовується насичена водяна пара високого тиску, що викликає значні втрати тепла.

Метою даної роботи є дослідження кінетики процесу нагрівання картону для розробки методу розрахунку нагрівальних пристроїв.

Актуальність дослідження полягає у розробці методу розрахунку процесу нагрівання, зменшенні втрат тепла в навколишнє середовище та інтенсифікації нагрівання.

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

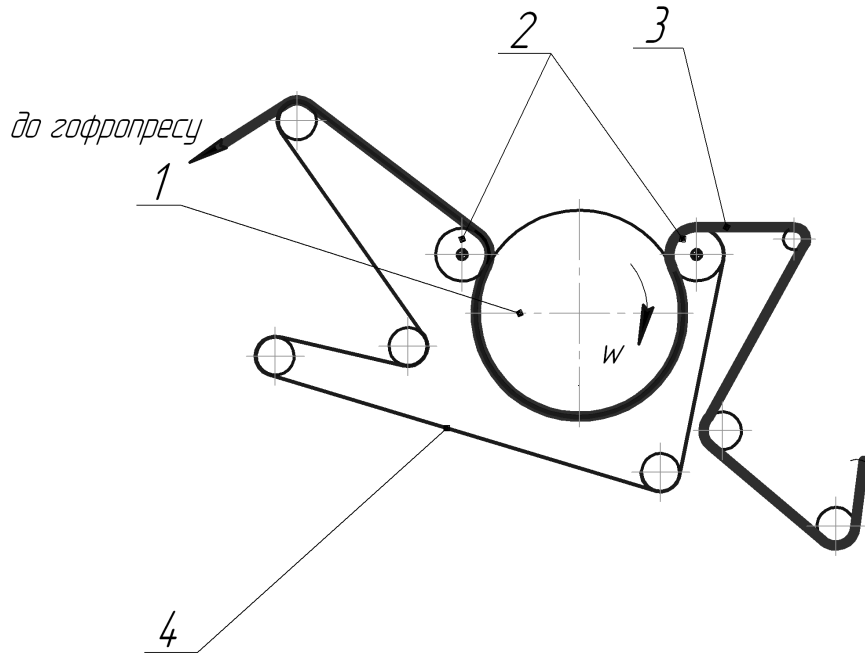
Предмет дослідження – кінетика процесу нагрівання.

Нагрів картону проводиться на нагрівальних валах («утюгах»), що представляють собою порожнисті вали діаметром до 1 м. Вали нагріваються водяною парою, яка подається у внутрішню порожнину утюга, з тиском до 1,4 МПа. Картон, який розмотується з рулону, контактує з нагрітою поверхнею вала, щільно притискаючись до його поверхні в результаті на тяжіння поворотними валами, та інтенсивно нагрівається [1].

Температура поверхні валу складає 150-160°C [2].

Попередньо виконані розрахунки показують, що відкрита поверхня картону, яка контактує з навколишнім середовищем, втрачає в навколишнє середовище від шести до дев'яти відсотків тепла. Щоб зменшити втрати тепла нами запропоновано закрити зовнішню поверхню картону на ділянці нагрівання набивним сукном, яке рухається зі швидкістю картону і більш щільно притискає картон до поверхні валу (рис. 1).

Така конструкція дозволяє зменшити час нагрівання картону, порівняно з звичайною конструкцією нагрівального вала, або зменшити тиск пари за незмінного часу нагрівання. Крім того різко зменшуються конвективні втрати в навколишнє середовище в результаті низької температури поверхні сукна.



1 – нагрівальний вал, 2 – приводні поворотні вали, 3 – картон,
4 – сукно

Рисунок 1 – Пристрій для нагрівання картону

Перелік посилань:

1. Кононов Б.В. Гофрированный картон/ Б.В. Кононов, Г.Е. Ландау, Е.М. Погребов – М.: Лесн. пром-ть, 1972. – 190 с.
2. Борис Исаев, эксперт к.т.н. Обсушим и обогреем! Сушка гофрированного картона/ Исаев Б. // Гофроиндустрия – Март 20008 – ст. 62-70

УДК 662.638

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДІАПАЗОНУ УТВОРЕННЯ БІОГАЗУ З ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

к.т.н., доц. Семінський О.О., магістрант Мазепа Ю.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

На сьогодні активна промислова діяльність та виснаження запасів природних копалин призводить до необхідності одержання альтернативної енергії. Сировиною для її одержання можуть бути органічні відходи промисловості, що також дозволять частково вирішити екологічні проблеми у всьому світі.

З органічних відходів, що разом з мікроорганізмами утворюють біомасу, одержують пальне, що складає сьому частину світового об'єму, палива. За кількістю отриманої енергії воно займає поруч з природним газом третє місце та складає значну конкуренцію традиційним видам палива за рахунок мінімальної вартості сировини. На сьогодні в промислово розвинених країнах за рахунок біомаси можна забезпечити 6...10 % від загальної кількості енергетичних потреб [1].

Використання біомаси може проводитися в наступних напрямках: спалювання, виробництво біогазу, виробництво етилового спирту.

Найбільш ефективним способом переробки відновлювальних джерел енергії є отримання біогазу з органічних відходів, що складає значну конкуренцію традиційним видам палива за рахунок мінімальної вартості сировини.

Оскільки зброджування біомаси з метою одержання біогазу дуже повільний та довготривалий процес, його потрібно інтенсифікувати. Основними факторами, що впливають на інтенсифікацію процесу є [2]: температура, рН середовище, концентрація поживних речовин та наявність каталізаторів (ферментів).

З вище наведених факторів найбільший вплив на процес бродіння біомаси має температура. Збільшення температури сприяє пришвидшенню розкладання органічних речовин [2]. Але потрібно враховувати, які саме штами бактерій використовуються в процесі метанового бродіння. Вони діляться за типовими температурними режимами, що є сприятливими для їхньої активної життєдіяльності [3]: 1) психрофільні штами при температурі нижче 25 °С; 2) мезофільні штами при температурі 25-45 °С; 3) термофільні штами при температурі 45-70 °С.

Також потрібно приймати до уваги, що температура, за якої проходить інтенсивний гідроліз органічних речовин, становить 120-150 °С. Для того, щоб прискорити процес розщеплення в біомасу додають

ферменти, найбільша активність яких спостерігається в температурному діапазоні 50...60 °С.

Оскільки температурні діапазони в яких активно протікають вказані процеси різняться, дослідження впливу температури на процес одержання біогазу є дуже важливим при виборі параметрів проведення технологічного процесу.

З метою визначення оптимальної температури процесу утворення біогазу розроблена лабораторна установка, яка складається з теплоізолюваного біореактору періодичної дії та газгольдеру, що з'єднанні між собою [4]. Біореактор обладнано гріючою сорочкою. Температура в реакторі контролюється за допомогою термопари та електронного потенціометру.

Проведено експериментальні дослідження виділення біогазу від часу при різних фіксованих значеннях температури. Досліди проводились з целюлозовмісними відходами за наявності ферментного препарату в температурному діапазоні 30...65 °С.

На одержаних залежностях помітно прослідковується наявність трьох етапів. На першому етапі процесу відбувається прогрівання біомаси. Біогаз виділяється з низькою швидкістю. Другий етап характеризується максимальною активністю метаногенеруючих бактерій та інтенсивністю виділення біогазу за постійної швидкості. На третьому етапі відбувається уповільнення виділення біогазу в наслідок зменшення концентрації поживних речовин.

На основі аналізу експериментальних досліджень встановлено, що найбільшій інтенсивності процес виділення біогазу набуває при температурі близькій до 50 °С. При цьому спостерігається максимальне виділення біогазу за мінімального часу протікання процесу.

Одержані результати використані як базис для проведення комплексних експериментальних досліджень та враховані при складанні методики розрахунку реакторів біогазу.

Перелік посилань:

1. Абук Магомедов Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Махачкала: Издательско-полиграфическое объединение "Юпитер", 1996. – С. 245.
2. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. Биогаз: теория и практика. – М.: «Колос», 1982. – С. 148.
3. Лысак В.В. Микробиология. - Минск: БГУ, 2007. – С. 426.
4. Семінський О.О., Мазепа Ю.В. Дослідна установка для одержання біогазу з відходів целюлозно-паперового виробництва // Матеріали доповідей VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – С. 96.

УДК 661.185.8

ЗАСТОСУВАННЯ ФЛОТАЦІЇ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

к.т.н., доц. Семінський О.О., магістрант Холодченко Н.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В целюлозно-паперовій промисловості при виготовленні продукції особлива увага приділяється економічності та екологічності виробництва. Досягти покращення зазначених показників можливо завдяки застосуванню флотації в системах очищення макулатурної маси та оборотної води, що дозволяє видалити зважені частинки і скоротити кольоровість води практично до нуля для повторного використання, а також вловлювати втрачені на певних стадіях виробництва цінні волокна.

Порівняно з широко розповсюдженими процесами вловлювання, такими як відстоювання, фільтрування та коагулювання, флотація має ряд переваг [1], а саме невеликі капітальні та експлуатаційні витрати, високий ступінь очищення та підвищена концентрація скопу (до 4%).

Флотаційне очищення застосовується для вловлювання цінних компонентів, а також частини речовин, що знаходяться в колоїдному стані і використовується як для деінкінгу, так і для вловлювання волокна. На практиці його здійснюють барботуючи газ через суспензію або насичуючи рідину газом під тиском з подальшим його скиданням. Як у тому, так і в іншому випадку реалізується принцип спливання твердих частинок під дією сили виштовхування прикріплених до них бульбашок повітря.

Серед флотаційних методів найбільш розповсюдженим є метод напірної флотації, заснований на розчиненні повітря у воді при підвищенні тиску та утворенні великої кількості дрібних бульбашок при скиданні тиску до атмосферного.

На сьогоднішній день в галузі обладнання целюлозно-паперового виробництва світовими лідерами, такими як «KWI Inc.», «Metso», «Voith» розроблено широкий спектр флотаційних установок.

Фірмою «KWI Inc.» поставляється установка Megacell [2], що поєднує переваги флотаторів і поличних відстійників. Швидкість флотації при помітному поліпшенні якості очищення збільшена в цих установках за рахунок застосування U-подібних похилих ламелей. Установка має два виконання - горизонтальне і вертикальне. У вертикальних установках можливе отримання флотшлама концентрацією до 100 г/л.

Фірма «Voith» розробила новітню конструкцію флотаторів EcoCell MT II [3], спеціально призначених для малого та середнього тонуажу виробництва. Завдяки своєму простому модульованому дизайну, флотаційна система EcoCell може бути легко розширена для задоволення

збільшених обсягів виробництва. Її конструкція тепер була повністю змінена для більшої зручності обслуговування. Нові МТ II флотатори пропонують наступні основні переваги: регульований спектр повітряних бульбашок і повітря, можливість керування потоком, велика вірогідність зіткнення між бульбашками повітря і волокном, самоочищення системи аерації, автоматичне пінонаповнювання, компактний дизайн, підвищення якості результатів за той же час, або можливість зменшення розмірів, з утриманням тієї ж якості. Все це робить використання таких систем одним з найбільш ефективних і економічно вигідних.

Спроектована фірмою «Metso» установка OptiBright [4] забезпечує оптимізацію і управління такими ключовими параметрами флотації як аерація маси, видалення повітря і видалення відходів, що дозволяє отримати оптимальні умови флотації для знебарвлення і вловлювання волокна. Аерація маси відбувається в секторах аерації з використанням високоефективної повітряно-дисперсійної роторної системи низької енергії. Різниця тисків між внутрішнім і зовнішнім сепараторними секторами сприяє переміщенню потоку масної суспензії від однієї стадії аерації до іншої. Це виключає необхідність використання зовнішніх насосів і призводить до скорочення витрат на перекачування. Основні переваги конструкції: максимальне вловлювання волокна, висока ефективність знебарвлення, економічність системи відходів, скорочення виробничих витрат, підвищення продуктивності папероробної машини.

Прикладом підвищення ефективності при очищенні стічних вод може бути модернізація обладнання на Київському картонно-паперовому комбінаті фірмою «KWI Inc.» [5], в результаті впроваджених новітніх систем досягнуто скорочення споживання свіжої води при випуску макулатурного паперу до 13 м³/т замість 43 м³/т, при виробництві целюлозного паперу - до 30 м³/т. Термін окупності проекту склав одинадцять місяців.

Таким чином, досвід світових виробників і українських підприємств свідчить про доцільність застосування флотаційних методів очищення для підвищення екологічності та економічності виробництва.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. – К.: ЕКМО, 2008. – 425 с.
2. Проспект фірми KWI: Установка напорной флотации KWI MEGACELL – МСН горизонтальная. //http://kwi.ru/obj/megacell.html/ - 4 с.
3. Fiber Systems in Japan. Журнал «Together» №20/05. – 12-15 р.
4. Проспект фірми «Metso»: Системы переработки макулатуры. – 5с.
5. Журнал «Картон и гофрокартон» №5-2006, 34 – 38с.

УДК 676.2.056.23

ПРОЦЕС СУШІННЯ ПАПЕРУ І КАРТОНУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕПЛА ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

к.т.н., проф. Марчевський В.М, магістрант Загребельна Ю.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для здійснення процесу сушіння паперу в техніці застосовують громіздке енергозатратне обладнання, в якому використовується контактний метод сушіння. Недоліки цього способу у недостатній інтенсивності передачі тепла внаслідок низької теплопровідності паперу [1]. Більш ефективним способом передачі тепла є радіаційний метод, при якому енергія випромінювання проходить в глибину паперу і здійснює нагрівання в його об'ємі, що значно інтенсифікує процес сушіння паперу [2]. Тому вивчення кінетики сушіння із застосуванням інфрачервоного випромінювання є актуальним.

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

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

Предметом дослідження є кінетика процесу нагрівання і сушіння.

Задачі дослідження: експериментальне визначення впливу параметрів процесу на швидкість нагрівання і сушіння паперу і картону.

На експериментальній установці, описаній в [3], були одержані кінетичні закономірності процесу сушіння на прикладах п'яти видів паперу. Для проведення дослідів були відібрані наступні види паперу: санітарно-гігієнічний папір з масою квадратного метру 32г за ДСТУ 4267:2003, газетний папір масою 45 г/м² за ГОСТ 6445-74, офсетний папір масою 80 г/м² за ГОСТ 9094-89, флютінговий папір масою 120 г/м² за ГОСТ 7377-85 та картон масою 200 г/м² за ГОСТ 7933-89. Задане значення початкового вологовмісту досягалося шляхом поміщення зразків паперу на три доби у вологе середовище, що сприяло рівномірному розподіленню вологи у зразках паперу. Отримані зразки з початковим вологовмістом в межах 1,68÷1,77 кг/кг, що відповідає значенню вологи 63%. Результати досліджень представлені у вигляді графіків на рис. 1÷3. Аналіз кривих сушіння вказує, що спочатку процес нагрівання і сушіння йде з наростаючою швидкістю, температура зростає, далі починається перший період сушіння, під час якого швидкість передачі тепла є недостатньою для підвищення температури, тому що все тепло йде на випаровування води, процес сушіння йде зі сталою швидкістю. При досягненні критичної точки починається випаровування внутрішньої вологи і швидкість сушіння

зменшується, а температура паперу збільшується, оскільки на процес випаровування йде менше тепла.

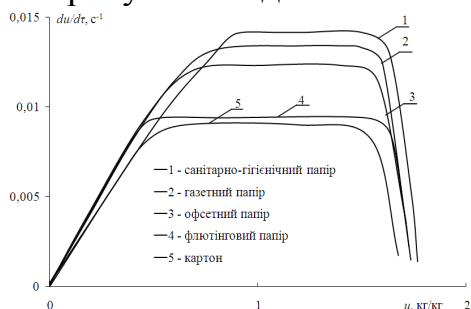


Рис. 1 – Зміна швидкості сушіння в залежності від маси квадратного метру для кожного виду паперу

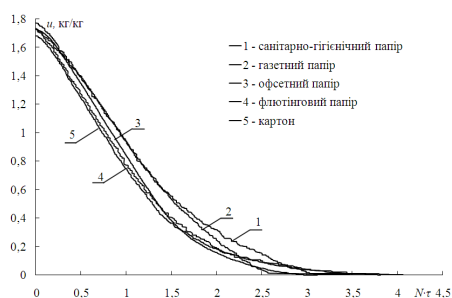


Рис. 2 – Узагальнюючі криві

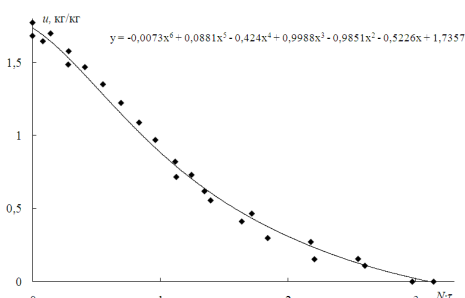


Рис. 3 – Узагальнююча крива

З рис. 1 видно, що зі збільшенням маси квадратного метру паперу зменшується швидкість процесу сушіння. Найбільшу швидкість сушіння має санітарно-гігієнічний папір – $0,014144 \text{ c}^{-1}$, а найменшу картон – $0,009002 \text{ c}^{-1}$. Газетний папір сушиться зі швидкістю $0,0132 \text{ c}^{-1}$, офсетний – $0,012401 \text{ c}^{-1}$ і флотінговий папір – $0,00938 \text{ c}^{-1}$.

Як видно з рис. 2, криві в координатах $u=f(N\cdot\tau)$ практично мають однакову форму. При умові однакового початкового вологовмісту їх можна звести в узагальнюючу криву, розраховану по рівнянню регресії $y=-0,0073x^6+0,0881x^5-0,424x^4+0,9988x^3-0,9851x^2-0,5226x+1,7357$ з достатньою точністю (рис. 3).

Використання енергії інфрачервоного випромінювання при сушінні паперу дозволяє значно зменшити в часі період нагрівання і перший період сушіння, тобто сприяє збільшенню швидкості проходження паперового полотна на папероробній машині. Отримано рівняння, яке описує залежність вологовмісту в часі.

Перелік посилань:

1. Б.С, Сажин В.Б. "Научные основы техники сушки" 1997.448 с.
2. Сажин Филоненко Г. К. и Лебедев П. Д. Сушильные установки. М., Госэнергоиздат, 1952.
3. Збірник тез доповідей VI науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» (31 березня 2010р.) – Київ: НТУУ «КПІ», 2010.

УДК 676.026.522

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ СУШІННІ ПАПЕРУ НА ПАПЕРОРОБНІЙ МАШИНІ

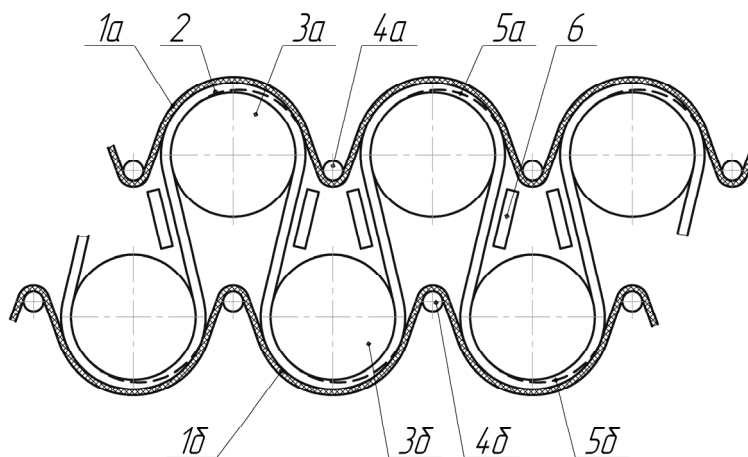
асистент Новохат О.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Сушіння паперового полотна є одним з найбільш енергозатратних процесів в целюлозно-паперовому виробництві. Збільшення швидкостей папероробної машини, зменшення енергетичних затрат, металоємності конструкції вимагають інтенсифікації процесу сушіння та модернізації самої сушильної частини.

Найбільш поширеним методом сушіння паперу є контактний на сушильних циліндрах в одно- чи двоярусній сушильній частині. Одними з недоліків даного типу є складність конструкції (в зв'язку з застосуванням пари як теплоносія) та велика її металоємність. Пар в якості теплоносія має обмежений теплообмінний потенціал. Збільшення останнього за рахунок збільшення його тиску після деяких значень є недоцільним [1].

Ще одним недоліком контактної типу сушіння є несиметричність процесу. Це виражається в тому, що тепло підводиться почергово до однієї з сторін паперового полотна, а випаровування відбувається з протилежної (рис. 1). Волога переміщується в протилежну сторону від поверхні циліндру. Коли папір зходить з сушильного циліндру, то охолоджується і волога частково конденсується. На новому циліндрі волога знову починає переміщуватись в інший бік полотна.



а, б – верхній та нижній ряди; 1а, 1б – сукно/сітка; 2 – паперове полотно. 3а, 3б –
циліндри сушильні; 4а, 4б – сукно/сітка ведучі вал; 5а, 5б – переміщення вологи в
паперовому полотні; 6 – інфрачервоні випромінювачі

Рисунок 1. Сушильна група

Для зменшення явища конденсації всередині паперового полотна папір не повинен встигати охолоджуватись на вільному його пробігу між верхніми та нижніми сушильними циліндрами. Для цього на цьому проміжку можна встановлювати інфрачервоні випромінювачі. За рахунок безконтактної дії вони зменшують вірогідність обриву паперового полотна та інтенсифікують процес сушіння в цілому.

Іншим недоліком контактного типу сушіння є те, що швидкість переносу тепла всередині паперового полотна лімітується теплопровідністю в ньому. А процес випаровування уповільнює прогрів паперу до температури першого періоду сушіння. Відомо, що інфрачервоне випромінювання має здатність проникати у весь об'єм матеріалу [2]. Тому застосування випромінювачів на початку сушильної частини папероробної машини дасть змогу швидко прогріти папір по всій його товщині та зменшить загальну кількість сушильних циліндрів і, відповідно, витрати пари (рис. 1).

Аналіз сучасних методів сушіння паперу на папероробній машині показав, що застосування інфрачервоного випромінювання є доцільним і широко застосовується за кордоном.

Перелік посилань:

1. Лыков М. В. Сушка в химической промышленности – М.: Химия, 1970. – 483с.
2. J. Seyed-Yagoobi, S.J. Sikirica, and K.M. Counts. Heating/drying of paper sheet with gas-fired infrared emitters – pilot machine trials. – Proceedings of the 12th International Drying Symposium (IDS2000) , Paper No. 319 (Professional Paper).

УДК 676.05

ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

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

Щорічно в Україні утворюється біля мільярда тонн відходів виробництва і

споживання, з яких не більш 10 % використовується як вторинні матеріальні ресурси, а інші надходять на захоронення.

В Україні обсяг можливого енергопотенціалу за рахунок використання відходів лісового комплексу 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 енергоресурсів в Україні.

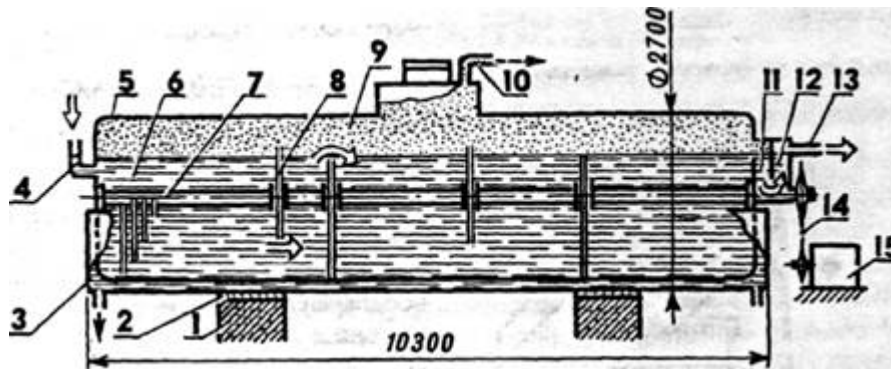
Актуальним є вирішення проблеми шляхом подальшого використання відходів на целюлозно-паперових підприємствах, для переробки його в біогаз, за допомогою відповідного обладнання, ферментів та бактерій, що розкладають волокна целюлози і утворюють газ.

Таким чином, впровадження екологічно безпечного способу утилізації відходів і розробка обладнання є актуальними.

В основі біогазових технологій лежать складні природні процеси біологічного розкладання органічних речовин в анаеробних (без доступу повітря) умовах під впливом особливої групи анаеробних бактерій. Ці процеси супроводжуються мінералізацією азотовмісних, фосфоровмісних і калійвмісних органічних сполук з отриманням мінеральних форм азоту, фосфору і калію, найбільш доступних для рослин, з повним знищенням патогенної (хвороботворної) мікрофлори. Процес утворення біогазу і добрив здійснюється в спеціальних біореакторах-метантенках.

Технологічні схеми і конструктивно-технологічні параметри біогазових установок залежать від обсягів переробки і властивостей збродженого матеріалу, тепловологого режиму, способів завантаження та переброджування субстрату і ряду інших факторів.

Конструкція установки багато в чому визначається місцевими умовами, наявністю матеріалів. Нижче наведена можлива конструкція біогазової установки.



Експериментальний біореактор

1 - бетонна підставка (2 шт.), 2 - теплоізоляційна «подушка» (2 шт.), 3 - обігрівач з термофікаційною водою («теплова сорочка» базової залізничної нафтоцистерни); 4 - патрубок прийому сировини; 5 - корпус біореактора (цистерна); 6-сировина; 7 - вал мішалки з лопатами, 8 - шлюзова перегородка (4 шт.); 9 - біогаз; 10 - газопровідний патрубок; 11 - перероблена біомаса; 12 - сифоновий затвор; 13 - патрубок трубопровода переробленої біомаси; 14 - цепна передача; 15 - мотор-редуктор (220 В, 3 кВт)

Біореактор із залізобетону вимагає менше металу, але більш трудомісткий у виготовленні. Щоб визначити обсяг біореактора, потрібно виходити з кількості відходів та кінетики процесу.

Біогаз, отриманий з використанням відходів лісового комплексу, які постійно поновлюються, є високоефективним альтернативним джерелом енергії.

Перелік посилань:

1. Биотехнология. Проблемы и перспективы / Под ред. Н.С. Егорова: Учебное пособие. – М.: 1987 – 53 с.
2. Равич Б. М. Комплексне використання сировинні відходів. – М.: Хімія, 1988. – 280 с.
3. http://mkmagazin.almanacwhf.ru/mk_other/small_mech/8701_biogaz.htm

УДК 676.017

ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНИХ МЛИНІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

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

Підготовка макулатурної маси – відповідальний та трудомісткий процес від конструктивного оформлення та коректного підбору параметрів якого залежить якість паперової продукції. Технологія виробництва макулатурної маси обирається індивідуально для кожного підприємства, в залежності від виду продукції, що виробляється, але при цьому послідовність переробки залишається майже незмінною [1].

Узагальнена схема виробництва макулатурної маси на прикладі технологічного процесу масопідготовки при виробництві гофрокартону наведена на рисунку 1. Макулатура подається у гідророзбивачі, в яких відбувається її розпускання на окремі волокна. Ступінь помелу маси після гідророзбивачів складає близько 15 °ШР...25 °ШР. З гідророзбивача маса насосом перекачується через змішуючий пристрій в басейн (концентрація в басейні 3 %...3,5 %).



Рисунок 1 – Загальний вигляд технологічної схеми підготовки макулатурної маси при виробництві гофрокартону

З басейну маса подається на вихровий очисник високої концентрації, де виконується її очищення від важких включень, і далі маса подається на турбосепаратор для сортування і дорозпускання. На цьому етапі відбувається очищення маси від легких включень. Відходи з турбосепаратора відводяться на другу ступінь очищення – вібраційний сортувальний пристрій.

Далі маса подається в другий масний басейн, з якого насосом спрямовується в пульсаційний млин. Після цього, маса подається на додаткове сортування. Сортування відбувається на напірній сортувальній установці, яка має сито з щілинними отворами. Відходи з напірної сортувальної установки подаються на вібраційну сортувальну установку. Відсортована маса подається в композиційний басейн. В цьому басейні до маси додаються крохмаль і каніфольний клей. З композиційного басейну маса подається для кінцевого розмелювання в два послідовно встановлені дискові млини. З млинів маса подається в машинний басейн.

З машинного басейну, маса через бак постійного рівня подається в змішувальний насос, де розбавляється до концентрації 0,6 %...0,8 %, і подається на систему вихрових конічних очисників, в яких виконується очищення маси від дрібних включень неволокнистого характеру [2].

В залежності від продукції яка виробляється, за різними технологічними схемами, слідує різні операції: наприклад, в технологічній схемі виготовлення санітарно-гігієнічного паперу середньої якості, маса з гідророзбивача перекачується через змішувальний ящик в басейн, і потім спрямовується в пульсаційний млин на дорозпускання, і далі – на сортування. В технологічній схемі виготовлення санітарно-гігієнічного паперу високої якості, перед пульсаційним млином, встановлюється очисник високої концентрації, в якому маса очищується від великих включень, і після пульсаційного млина маса подається на установки для сортування. А в лінії виробництва картону для плоских шарів гофрокартону та паперу для гофрування, перед пульсаційним млином встановлюються вихровий очисник високої концентрації, ще один гідророзбивач, в якому проходять процеси дорозпускання та сортування маси [3].

Виходячи з практики промислового застосування пульсаційних млинів, введення їх в лінію виробництва допомагає вирівняти довжину волокон, фібрилювати та активувати поверхню волокон, збільшити ступінь помелу маси (на 10 °ШР...15 °ШР). Вивчення впливу дії пульсаційних млинів на масу та знаходження оптимальних параметрів її обробки допоможе отримувати паперову продукцію вищої якості.

Перелік посилань:

1. Пашинский В.Ф. Машины для размолла волокнистой – М.: Лесная промышленность, 1972. – 160 с.
2. Технология производства картонa / <http://www.kartmash.ru/>.
3. Примаков С.Ф., Барбаш В.А., Шутько А.П. Технология бумаги и картонa – М. : Экология, 1996. – 305 с.

УДК 66.047.541

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КРИСТАЛІЧНОГО БІШОФІТУ

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

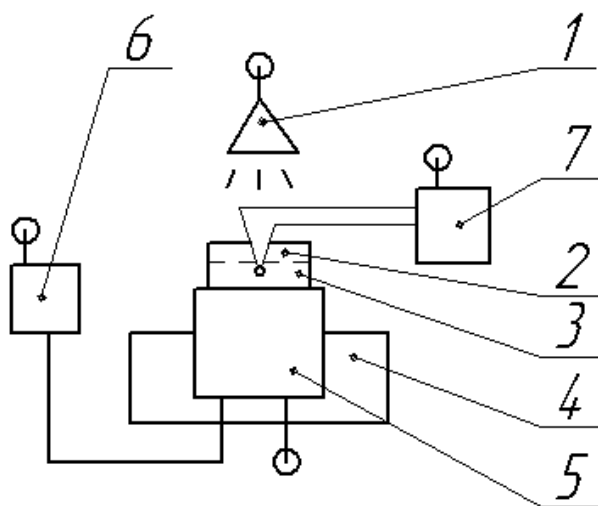
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Метою даної роботи є дослідження процесу сушіння шестиводного хлориду магнію(бішофіту)

Бішофіт $MgCl_2 \times 6H_2O$ містить 47% хлористого магнію і 53% кристалогідратної води [1]. Зі зростанням температури число молекул кристалогідратної води зменшується. Втрата кристалогідратної води знижує вихід готового продукту, веде до збільшення часу сушіння і перевитрати енергоносіїв. При подальшому нагріванні іде хімічне розкладання сполуки з виділенням хлору. Тому було поставлено завдання дослідити кінетику сушіння за температур, які менше температур дегідратації кристалогідратів.

Кінетичні закономірності сушіння бішофіту досліджувались на лабораторній установці (рис.1), яка складається з джерела інфрачервоного випромінювання потужністю 250 Ват, електронних вагів, які дають можливість фіксації результатів вимірювань ваги на комп'ютері з точністю 0,001 г.



- 1 - джерело інфрачервоного випромінювання; 2 - бокса;
3 - досліджуваний матеріал; 4 - захисний екран; 5 - електронні ваги;
6 - комп'ютер; 7 - цифровий прилад для вимірювання температури

Рисунок 1 – Лабораторна установка для дослідження сушіння шестиводного хлориду магнію (бішофіту)

Досліди проведені в межах щільності теплових потоків $0,78 \div 2$ кВт/м² та температурі 70 °С, при якій бішофіт не плавиться і не змінює свій хімічний склад. За результатами приведених дослідів при щільності теплового потоку $q = 0,97$ кВт/м² побудована крива сушіння $U = f(\tau)$, яка зображена на рис. 2.

Дослідження кінетики процесу сушіння показує, що після невеликого часу нагрівання кристалів бішофіту до температури мокрого термометра, швидкість зростає до максимального значення, після чого починається перший період сушіння, який протікає з постійною швидкістю в межах вологовмісту від $u_1 = 0,078$ кг/кг до $u_2 = 0,062$ кг/кг. Другий період сушіння протікає з безперервно спадаючою швидкістю в межах $u_2 = 0,062$ кг/кг до $u_3 = 0,053$ кг/кг. Третій період відбувається з постійною швидкістю від $u_3 = 0,053$ кг/кг до $u_4 = 0,005$ кг/кг. Четвертий період іде зі спадаючою швидкістю від $u_4 = 0,005$ кг/кг до $u_5 = 0$. Після досягнення нульового вологовмісту при даній температурі процес стабілізується і стає рівноважним.

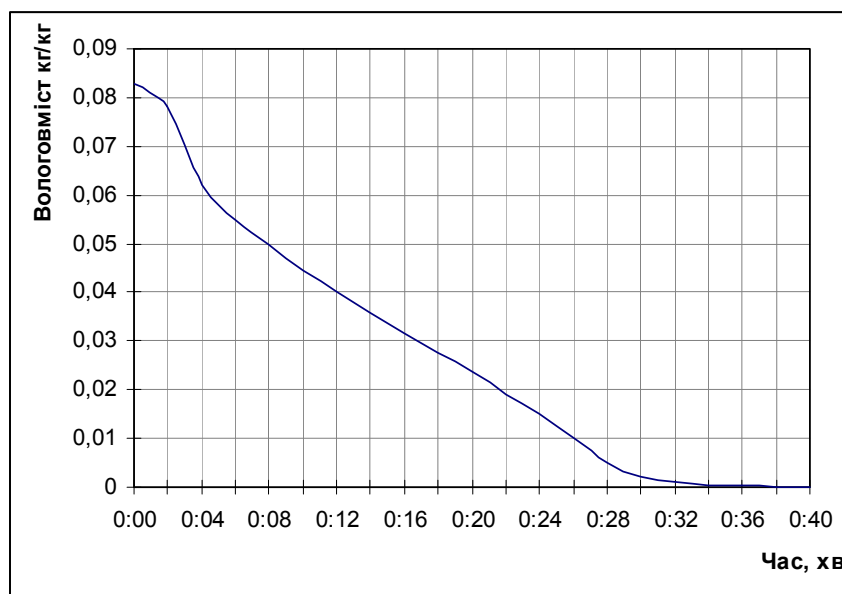


Рисунок 2 –Крива сушіння бішофіту при $q = 0,97$ кВт/м²

Результати досліджень будуть використані при розрахунку та проектуванні промислового обладнання.

Перелік посилань:

1. Holleman, A. F.; Wiberg, E. "Inorganic Chemistry" Academic Press: San Diego, 2001. ISBN 0-12-352651-5.
2. О.А. Лебедев. "Производство магния электролизом". Москва, "Металлургия", 1988 р. стр. 38-39.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

“ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ”

1. **Корнієнко Я.М., Гатілов К.О., Науменко Д.О., Кравчук М.А.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ
З НАПРАВЛЕНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ 4
2. **Корнієнко Я.М., Гатілов К.О., Кравчук М.А., Науменко Д.О.**
АЕРОДИНАМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ
ПЕРЕНОСУ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ..... 7
3. **Корнієнко Я.М., Донець О.Є., Косянчук В.О.**
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МЕХАНІЧНОГО ДИСПЕРГАТОРА
РІДКИХ ГЕТЕРОГЕННИХ СИСТЕМ 9
4. **Смілян І.О., Гапонюк М. М.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯВ ЦИКЛОННИХ
АПАРАТАХ..... 11
5. **Коринчук Д.Н., Бякова Е.М.**
РЕЗУЛЬТАТИ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ТЫРСЫ
ТОПОЛЯ, ОЛЬХИ, ИВЫ..... 12
6. **Долінский А.А., Ганзенко В.В., Радченко Н.Л.**
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ НА
ОСНОВІ ЕКСТРУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ..... 14
7. **Шурчкова Ю.О., Сланік А.В.**
ОПИС ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВАКУУМНОГО СТЕНДУ ДЛЯ
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ МИТТЄВОГО СКИДАННЯ ТИСКУ В
ОБ'ЄМІ ТА ПРИ ВИТІКАННІ РІДИНИ 16
8. **Целень Б.Я., Недбайло А.Є.**
РОЛЬ ПРОЦЕСІВ АДІАБАТНОГО ЗАКИПАННЯ ТА КАВІТАЦІЇ ПРИ
ОБРОБЦІ МОЛОКА ЗА ТЕРМОВАКУУМНОЮ
ТЕХНОЛОГІЄЮ 18
9. **Воронін Л.Г., Андрєєв І.А., Смірнова К.О.**
ПРОЦЕС ПЛИНУ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ У
ПІРАМІДАЛЬНОМУ КАНАЛІ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА 20
10. **Рябцев Г.Л., Олійник О.С.**
ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ У ВИРОБНИЦТВІ БІОДИЗЕЛЬНОГО
ПАЛИВА 22

-
11. **Пилипенко Р. А., Логвіненко Д. М., Олійник Є.Г.**
ПРОЦЕСИ ДОСУШУВАННЯ І ВИПАЛУ КЕРАМІЧНОЇ
ЦЕГЛИ..... 24
 12. **Степанюк А.Р., Михальчук О.Д.**
ПРОЦЕС ТЕПЛООБМІНУ В СХОВИЩІ РАДІОАКТИВНИХ
ВІДХОДІВ..... 26
 13. **Рябцев Г.Л., Максимук Д.О.**
ПРОЦЕС ОДЕРЖАННЯ ПАЛИВА ВИСОКОЇ ЯКОСТІ НА
НАФТОПЕРЕРОБНОМУ ЗАВОДІ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ..... 28
 14. **Ракицький В.Л., Бірюков К.Г.**
МОДИФІКОВАНИЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, З ВИКОРИСТАННЯМ
ВУЛКАНІЗОВАНОЇ РЕЗИНОВОЇ КРИХТИ ТА ПОЛІМЕРНОЮ
ДОБАВКОЮ VESTENAMER®..... 30
 15. **Собченко В.В., Ільєнко Б.К., Гріффен Ю.О.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СПУЧУВАННЯ СИОЛІТУ..... 32
 16. **Швед М.П., Домінова Г.В., Швед Д.М.**
 17. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ЕКСТРУЗІЯ ТЕРМОПЛАСТІВ 34
 18. **Мікульонок І.О., Кваша М. В.**
ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙ В
РОТОРНОМУ ЗМІШУВАЧІ..... 36
 19. **Швед М.П., Кузьміна В.О., Швед Д.М.**
ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ПРОДУКТИВНОСТІ В ДИСКОВО-
ШЕСТЕРЕННОМУ ЕКСТРУДЕРІ..... 38
 20. **Лукашова В.В., Гоженко Л.П.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПІНЕНИХ ПОЛІМЕРІВ..... 41
 21. **Снежкін Ю.Ф., Зубрій О.Г., Петрова Ж.О., Городніченко Є.С.**
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛО ТА МАСООБМІНУ
В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ
ПОРОШКІВ 43
 22. **Степанюк А.Р., Малюга А.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В
ЗЕРНИСТОМУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
КОМПЛЕКСНИХ ГУМУСНИХ ДОБРИВ..... 45
 23. **Мікульонок І.О., Вознюк В.Т., Виноградов Є.Ю.**
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ ГОФРОВАНИХ
ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ 47
 24. **Ільєнко Б.К., Комиш Д.В**
ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТИЧНИХ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ ПРИ КИПІННІ
НАНОРІДИН 49

-
25. **Андрєєв І.А., Полторацька Н.В.**
РОЗРАХУНОК ПЛИНУ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В
БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВІБРОЕКСТРУДЕРАХ 51
26. **Рябцев Г.Л., Тодорюк Т.В.**
ПРОЦЕС ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ..... 53
27. **Лукашова В.В., Войцеховська Є.М.,**
ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗПЛАВУ КОМПОЗИЦІЙНОГО
ПОЛІМЕРУ ІЗ СПІНЮВАЛЬНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ 55
28. **Корінчук Д. М., Осадча Л.С., Захлебняк М.В., Степанюк Ю.М.**
ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ЦИКЛ АДСОРБЦІЙНИХ
АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛОТИ 57
29. **Степанюк А.Р., Гатілов К.О., Карпенко О.П.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА
ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ З ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ
ТОРФУ 59
30. **Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю., Красуленко І.С.**
ОЧИЩЕННЯ ЛУЖНИХ РОЗЧИНІВ ВІД БАРВНИКА ЯСКРАВО-
ЧЕРВОНОГО НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОЮ КЕРАМІЧНОЮ
МЕМБРАНОЮ 61
31. **Швед М.П., Петренко О.В.**
НАВАНТАЖЕННЯ, ДІЮЧІ НА ШЕСТЕРНІ НАСОСА 63
32. **Лукашова В.В., Рудакова В.А.**
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВТОРИННИХ
ПОЛІМЕРІВ..... 65
33. **Корінчук Д. М., Осадча Л.С., Степанюк Ю. М., Захлебняк М. В.**
ВИБІР СОРБЕНТУ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНИХ
ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ..... 67
34. **Зубрій О.Г., Безушко Н.А.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛООБМІНУ В
РОТОРНО-ПЛІВКОВОМУ АПАРАТІ З ШАРНІРНИМ КРІПЛЕННЯМ
ЛОПАТЕЙ..... 69
35. **Ракицький В.Л., Герич О.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРОДИНАМІКИ В РІДИННОМУ
ЕКСТРАКТЕРІ 71
36. **Зубрій О.Г., Голубок Д.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОЇ СУШКИ РІДКИХ
ТА ПАСТОПОДІБНИХ РЕЧОВИН. 73

-
37. **Степанюк А.Р., Гатілов К.О., Кучеренко І.В.**
СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ
ТЕПЛОМАСООБМІНУ ТА ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ ПРИ
ВИРОБНИЦТВІ КОМПЛЕКСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З
ГУМІНОВИМИ КОМПОНЕНТАМИ ТОРФУ 75
38. **Снежкін Ю.Ф., Степанюк А.Р., Сімороз Д.О.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ СУМІШІ ОВОЧІВ В
КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ..... 77
39. **Троценко Л.М., Степанюк А.Р., Зуй К.О.**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ
ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ НАГРІВУ ЗМЕРЗЛИХ ВАНТАЖІВ..... 79
40. **Андрєєв І.А., Комкіна Н.В.**
ПРОЦЕС ЗМІШУВАННЯ ФІБРОБЕТОННОЇ СУМІШІ В ПРОЦЕСІ
ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ТРУБ..... 81
41. **Мікульонок І.О., Вознюк В.Т., Кравченко Ю.О.**
ПРОЦЕС ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНО-ВОДЯНОЮ СУМІШШЮ
ЕКСТРУДОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ..... 83
42. **Серебрянський Д.О., Семенюк М.В.**
МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДЦЕНТРОВОГО
КЛАСИФІКАТОРА 85
43. **Приходько Р.В., Магазій П.М., Вишневецький С.П.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОТАЛЬКІТУ, ЩОДО
СОРБЦІЇ НІТРАТІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ 87
44. **Ільєнко Б.К., Гета В.В., Шпиль М.О.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ВУГЛЕВОДНІВ..... 89
45. **Собченко В.В., Химич І.І.**
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ
ТЕРМОПІДГОТОВКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СПУЧЕНОГО
ПЕРЛІТУ 91
46. **Ільєнко Б.К., Шпиль М.О., Гета В.В.**
ПРОЦЕС ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ
БРУХТУ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ 93
47. **Швед М.П., Сафонов С.В., Швед Д.М.**
КАСКАДНА ЕКСТРУЗІЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ..... 95
48. **Семінський О.О., Тимошенко В.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАННЯ РІДИНИ ПРИ ОБРОБЦІ В РОТОРНО-
ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ..... 97

СЕКЦІЯ 2

**«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ЦЕЛЮЛОЗНО ПАПЕРОВИХ
ВИРОБНИЦТВ»**

49. **Марчевський В.М., Мельник О.П., Дзюба М.Г.**
ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ
ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА 100
50. **Марчевський В.М., Воронін Л.Г., Кравчук А.З.**
КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ КАРТОНУ 102
51. **Семінський О.О., Мазепа Ю.В.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДІАПАЗОНУ УТВОРЕННЯ
БІОГАЗУ З ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ 104
52. **Семінський О.О., Холодченко Н.В.**
ЗАСТОСУВАННЯ ФЛОТАЦІЇ В ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОМУ
ВИРОБНИЦТВІ 106
53. **Марчевський В.М., Загребельна Ю.І.**
ПРОЦЕС СУШІННЯ ПАПЕРУ І КАРТОНУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
ТЕПЛА ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 108
54. **Новохат О.А.**
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ
СУШІННІ ПАПЕРУ НА ПАПЕРОРОБНІЙ МАШИНІ 110
55. **Марчевський В.М., Котляр К.М.**
ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ЦЕЛЮЛОЗНО-
ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА 112
56. **Семінський О.О., Куріченко О.Ю.**
ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНИХ МЛІНІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
ПАПЕРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ 114
57. **Улітько Р.М., Галстян А.С.**
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КРИСТАЛІЧНОГО
БІШОФІТУ 116

Ум. друк. арк.0,9 Формат 60x84/16

Підписано до друку 18.05.2011. Наклад 200 прим. Замовлення № 127

Віддруковано на різнографі 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