

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



*VII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЯ*

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

9-13 вересня 2019 р.

м. Одеса, Україна

Організатори конференції
Міністерство освіти і науки України
Одеська державна обласна адміністрація
Одеська національна академія харчових технологій
Консалтингова лабораторія ТЕРМА

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров** – голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
Богдан Вікторович
- Бурдо** – вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
Олег Григорович
- Атаманюк** – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
Володимир Михайлович
- Васильєв** – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
Леонард Леонідович
- Гавва** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Олександр Миколайович
- Гумницький** – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
Ярослав Михайлович
- Долинський** – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
Анатолій Андрійович
- Зав’ялов** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Владимир Леонідович
- Сукманов** – Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
Валерій Олександрович
- Колтун** – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
Павло Семенович
- Корнієнко** – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
Ярослав Микитович
- Малежик** – Національний університет харчових технологій, д.т.н.,

<i>Іван Федорович</i>	професор
Михайлов <i>Валерій Михайлович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
Паламарчук <i>Ігор Павлович</i>	– Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
Снежкін <i>Юрій Федорович</i>	– Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академик. НАН України
Сорока <i>Петро Гнатович</i>	– Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
Тасімов <i>Юрій Миколайович</i>	– Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
Товажнянський <i>Леонід Леонідович</i>	– Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
Ткаченко <i>Станіслав Йосифович</i>	– Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
Черевко <i>Олександр Іванович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
Шит <i>Михайл Львович</i>	– Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.
Сухий <i>Константин Михайлович</i>	– ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова, ректор

Зам. голови

Зам. голови з

організаційних питань

Відповідальний секретар

Секретар

Б.В. Єгоров

Н.М. Поварова

Б.В. Косой

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

О.О.Середа

Члени оргкомітету:

О.В. Зиков

І.В. Безбах

І.І. Яровий

Ю.В. Орловська

І.В. Сиротюк

Є.О. Пилипенко

В.П. Велічко

Я.О. Масельська

О.Ф. Терземан

С.А. Малашевич

В.Ю. Юрлов

Е.Ю. Ананійчук

Одеська національна академія харчових технологій

вул. Канатна, 112, г. Одеса, Україна, 65039

Тел. 8(048) 712-41-29, 712-41-75

Факс +724-86-88, +722-80-42, +725-47-83

e-mail: terma_onaft@ukr.net

сайт: www.terma.onaft.edu.ua.

ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ЗМІННОЇ ГАЗОВОЇ АТМОСФЕРИ

Корінчевська Т.В., к.т.н.,

Михайлик В.А., к.т.н. с.н.с.,

Корінчук Д.М. к.т.н., с.н.с.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

На сьогодні актуальним є широке використання відновлюваних джерел енергії і, зокрема, біопалива. Для визначення придатності біомаси як палива важливо вивчити процес її термічного розкладання. Поширеним видом біомаси є деревина.

Матеріалом для досліджень слугувала тирса деревини сосни з різним розміром частинок. В залежності від стану та найбільшого розміру частинок подрібнений матеріал умовно поділяли на: полідисперсне паливо – подрібнена в різний спосіб сировина, що включає всі можливі розміри частинок від 0,2 до 3 мм; крупна фракція (КФ) (від 2 до 3 мм); мікрофракція (МФ) (до 0,2 мм). В дослідженні було використано дисперговану деревину та гранули в вигляді таблеток діаметром 8 мм та висотою 2,5 – 3,0 мм.

З метою покращення механічних характеристик гранул перед отриманням деяких зразків проводили термічну (ТА) або термовологу(ТВА) активацію вихідної сировини.

Дослідження термічного розкладання палива проведено в модернізованому в ІТТФ НАН України дериватографі Q-1000 системи Paulik-Paulik-Erdey (фірма «МОМ», Угорщина) в діапазоні 20...1000 °С при швидкості нагрівання 7,4 К/хв.

Для вивчення поведінки зразків в різних умовах дослідження проводилися зі зміною якості атмосфери в зоні термічного розкладання. Досліджена поведінка зразків у власній, збагаченій киснем, інертній та киснево-дефіцитній газовій атмосфері.

Визначені температурні інтервали зневоднення та термічного розкладання органічних сполук; середні швидкості термічного розкладання органічних сполук; вологість, вміст органічних сполук та зольність біопалива (табл. 1).

Показано, що для гранули палива, порівняно з диспергованим паливом, характерне зміщення температури максимумів швидкості видалення води та теплопоглинання в сторону більш низьких температур та виявлено, що процес його термічного розкладання проходить швидше і в більш вузькому інтервалі температур.

При розкладанні деревини у власній газовій атмосфері в інтервалі між максимумами тепловиділення виявлений ендотермічний ефект, який супроводжує видалення газоподібних продуктів.

Показано, що збагачення зони розкладання киснем викликає інтенсивний перебіг процесів розкладання, що призводить до зростання швидкості реакцій термічного розкладання біопалива.

Визначено, що інертна або киснево-дефіцитна атмосфера в зоні розкладання суттєво знижує інтенсивність його процесів. З'ясовано, що в інертній та киснево-дефіцитній атмосфері термічне розкладання проходить по схемі піролізу деревини.

Таблиця 1

Результати аналізу дериватограм зразків деревини сосни

№ з/п	Зразок	Видалення води		Термічне розкладання органічних речовин		Швидкість розкладання органічних сполук	Зола
		інтервал, °С	%, до маси зразка	інтервал, °С	%, до СМ	% СР/хв.	%, до СМ
1	Полідисперсна тирса в шарі без стискання (власна атмосфера)	21–178	7,17	178–574	99,91	1,83	0,35
2	Гранула з полідисперсної тирси після ТВА (власна атмосфера)	20–181	9,17	181–518	98,30	2,17	1,70
3	Гранула з суміші 70% КФ та 30% МФ після ТВА (власна атмосфера)	22–176	6,74	176–502	98,17	2,24	1,83
4	Гранула з суміші 70% КФ та 30% МФ після ТА (атмосфера збагачена киснем)	26–162	8,33	162–484	98,42	2,35	1,15
5	Гранула з суміші 70% КФ та 30% МФ після ТВА (атмосфера збагачена киснем)	26–173	7,54	173–411	98,99	3,19	1,01
6	Гранула з полідисперсної тирси після ТВА (інертна атмосфера)	20–181	7,67	181–863	94,07	1,04	5,19
7	Гранула з полідисперсної тирси (киснево-дефіцитна атмосфера)	20–177	6,05	177–689	95,46	1,41	4,06

Аналізуючи отримані результати можна зазначити, що найбільш широкі температурні інтервали термічного розкладання деревини сосни отримані в інертній чи киснево-дефіцитній атмосфері, а найменші – для зразків в атмосфері збагаченій киснем (табл. 1). Збільшення швидкості термічного розкладання звужує його температурні інтервали. Найменша кількість органічних речовин розкладається в інертній та в киснево-збідній атмосфері, 94,07 та 95,46 відповідно. В інших досліджених умовах вона складає 98–99,9%.

Висновок. Встановлено, що газова атмосфера суттєво впливає на кінетику та хід термічного розкладання органічних речовин деревини.

КОНВЕКТИВНЕ СУШІННЯ ПЕКТИНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Шапар Р.О., к.т.н., ст.наук.співр.,

Гусарова О.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Відсутність виробництва пектину в Україні обмежує виготовлення продуктів харчування на пектиновій основі. Наразі потреби у пектині значно перевищують обсяги його імпортованих поставок. За таких обставин актуальним і доцільним є використання пектинів у складі самої сировини, наприклад у вигляді сушених пектиновмісних продуктів.

Пектиновмісні сушені продукти мають низку переваг порівняно з іншими способами консервування сировини – фруктовими соками, пастами, пюре тощо. З одного боку – це скорочення витрат на транспортування та невеликі складські приміщення для зберігання. З другого – термін зберігання сушених продуктів у 2...3 рази перевищує термін зберігання свіжої сировини, тому вони доступні споживачеві у будь-яку пору року.

Найпоширенішою пектиновмісною сировиною в Україні є яблука. Залежно від сорту, кліматичних умов, ступеня дозрілості вміст пектинових речовин коливається від 1,0 до 1,8 % на сиру масу. Вуглеводний комплекс пектинових речовин представлений протопектином, розчинним пектином, пектовою та пектиною кислотою й їхніми солями.

Особливості хімічного складу та технологічні властивості яблук зумовлюють їхнє широке використання у якості об'єктів переробки при виробництві сушених пектиновмісних продуктів, таких як сухофрукти, чипси, харчові порошки.

Підвищений вміст пектинових речовин, яким властива здатність зв'язувати та утримувати вологу, ускладнює процес і лімітує температуру матеріалу та тривалість термічного зневоднення. Враховуючи енергоємність зневоднення, підвищені вимоги до якості та безпечності кінцевих продуктів, на перший план виступають максимально допустима температура зневоднювального матеріалу, натуральність сушених продуктів і екологічна чистота технологічного процесу.

Критерії якості та економічності процесу поєднуються в одну задачу – підвищення ефективності термічного зневоднення.

Мета роботи - визначення впливу різних видів попередньої тепловологої обробки яблук перед сушінням на кінетику процесу конвективного зневоднення під час виробництва чипсів і стан пектинових речовин. Об'єктами досліджень обрано яблука сортів Ренет Симиренко та Джонатан.

Аналіз кривих кінетики сушіння показав, що тривалість зневоднення зразків бланшованих в різний спосіб, скорочується порівняно із необробленими яблуками. Тривалість зневоднення зразків бланшованих парою є найменшою і скорочується на 20 % для яблук сорту Ренет Симиренко та на 25 % для сорту Джонатан. Процес зневоднення протікає в періоді падаючої швидкості. Швидкість сушіння бланшованих зразків вища, ніж необроблених протягом усього процесу. Максимальна швидкість сушіння обох сортів яблук вища у 1,8 рази.

Аналізуючи вплив попередньої тепловологої обробки на органолептичні характеристики готового продукту визначено, що всі досліджені види обробки забезпечують високий ступінь збереження природнього кольору та запаху чипсів.

Проте бланшування у розчинах лимонної кислоти, як і у цукровому сиропі, негативно позначається на характеристиках готового продукту, зразки прилипають один до одного та до поверхні сушильного обладнання, тим самим збільшуючи втрати продукту. Крім того, бланшування у розчинах приводить до здорожчання чипсів за рахунок придбання штучних смакових компонентів, зниження натуральності, при цьому, порівняно з бланшуванням парою, відбувається перехід сухих речовин до розчину (2...3 %).

Аналіз стану пектинових речовин яблук під час переробки показує, що співвідношення протопектину (нерозчинного пектину) та розчинного пектину змінюється. Так, кількість розчинного пектину в свіжих яблуках становить 35 % від загальної, а після бланшування парою зростає до 58 %.

Впродовж процесу конвективного сушіння відзначаються незначні втрати загальної кількості пектинових речовин – 2...4 % і підвищення кількості розчинного пектину на 2...5 %.

Висновки.

1. Результати проведених досліджень щодо впливу різних видів попередньої тепловологої обробки пектиновмісної сировини доводять перевагу бланшування у атмосфері пари.

2. Обґрунтування результатів з кінетики сушіння в режимах двостадійного зневоднення, за якими температура теплоносія на першій стадії процесу дорівнює 80 °С, на другому 60 °С показує скорочення тривалості процесу та швидкості зневоднення у 1,8 рази для зразків бланшованих парою. Температура матеріалу впродовж сушіння не перевищує гранично допустиме значення,

завдяки чому забезпечується високий ступінь збереження природних компонентів сировини, у т. ч. пектинових речовин.

3. Співвідношення протопектину (нерозчинного пектину) і розчинного пектину для досліджених сортів яблук під час бланшування парою і конвективного сушіння змінюється в бік збільшення кількості розчинного пектину від 35 до 60 %. Вміст пектинових речовин у готовому продукті коливається від 6 до 12 % на 100 г сухих речовин залежно від початкової кількості.

Використання зазначених результатів позначається на зниженні собівартості чипсів за рахунок скорочення тривалості до 25 % та енерговитрат процесу. Чипси відповідають вимогам розроблених нами технічних умов ТУУ 10.3-05417118-053:2016 „Чипси фруктові, овочеві”, мають приємний зовнішній вигляд, хрустку консистенцію, збалансована кількість цукру і органічних кислот надає їм приємного смаку, властивого яблукам.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО ВІБРОЕКСТРАГУВАННЯ ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ЗОВНІШНІЙ МАСООБМІН

Зав'ялов В.Л., докт. техн. наук, професор,
Мисюра Т.Г., канд. техн. наук, доцент,
Запорожець Ю.В., канд. техн. наук, доцент,
Попова Н.В., канд. техн. наук, доцент,
Чорний В.М., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

В сучасних умовах раціональне перероблення рослинної сировини та її відходів традиційна екстракційна апаратура має певні відомі обмеження на її застосування, обумовлені високим ступенем подрібнення підготовленої до реалізації процесу маси твердої фази. Для цих цілей перспективною може бути віброекстракційна технологія, як спосіб ефективного поглибленого вилучення цільових компонентів. Переваги апаратів такого типу обґрунтовуються створенням повної активної поверхні контакту фаз пульсуючими потоками, генерованими віброперемішувальними пристроями, розміщеними в робочій зоні апарата. При цьому, за рахунок інерційних сил більш повно реалізується дія пульсуючих потоків у вигляді швидкості обтікання поверхні контакту фаз в порівнянні з традиційними видами перемішування, при яких самі частки рухаються одночасно з утвореним потоком. Разом з тим, рівень вивченості вібротехнологій із використанням пульсуючих ефектів для інтенсифікації процесу, ставить певні проблеми для широкого їх впровадження у промисловість.

Дослідження кінетики зовнішнього масообміну в умовах дії на робоче середовище низькочастотних механічних коливань здійснювалось на моделі лабораторного віброекстрактора безперервної дії [1] з використанням модельних зразків циліндричної форми сірчанокислового алюмінію за спеціальною методикою П.П. Лободи. В умовах усталеного режиму роботи апарата (частота коливань вібротранспортувальної системи 1–4 Гц, амплітуда 5–20 мм) координати точки вимірювання для встановлення зразка визначались відстанню від тарілки по вертикалі з кроком 50 мм та по радіусу від осі симетрії з кроком 20 мм. Досліди проводились на воді при температурі 20 °С та з використанням подрібненої рослинної сировини.

За отриманими дослідними даними встановлювалась залежність коефіцієнта масопередачі K_m від ефективного критерія Рейнольдса, що враховує гідродинамічний режим обтікання дослідного зразка розчинної речовини потоком екстрагента в об'ємі апарата: $K_m=f(Re_e)$.

Ефективний критерій Рейнольдса визначається за рівнянням:

$$Re_e = w_l d_e / \nu_n ,$$

де $w_l = w_0 \bar{\eta}$ — середньоінтегральна по робочому об'єму апарата швидкість пульсуючих потоків, що генеруються віброперемішувальним пристроєм; d_e — еквівалентний діаметр зразка розчинної речовини; ν_n — коефіцієнт кінематичної в'язкості розчинника біля поверхні розчинення; $w_0 = 2Af p/\varepsilon$ — початкова за період коливань швидкість пульсуючих потоків робочого середовища; ε — частка живого перерізу; $\bar{\eta} = 1/(1+L/D)^m$ — коефіцієнт затухання коливань пульсуючих потоків робочого середовища (розчинника) на відстані L від їх джерела; $\eta = 1/(1+R/D)^m$ — коефіцієнт затухання коливань пульсуючих потоків робочого середовища на відстані R від осі симетрії віброуючого пристрою (для періодичного процесу); D — діаметр апарата; $m = 2 + 0,5 \cdot 10^6 \mu^2 + gB$ — показник степеню, що враховує характер розповсюдження коливань в системі тверде тіло — рідина, де μ — коефіцієнт динамічної в'язкості екстрагента, B — питома навантаження апарата по твердій фазі, $g=0,006$ — постійний множник.

Окремі результати виконаних нами дослідів у функціональних координатах $Sh/Sc^{0.5} = f(Re_e)$ узагальнені лінійними залежностями із змінним кутом нахилу. В наведеній функції: $Sh = K_m d_e / D_d$ — критерій Шервуда; $Sc = \nu_n / D_d$ — критерій Шмідта; ν_n — коефіцієнт кінематичної в'язкості розчину; D_d — коефіцієнт дифузії зразка. Побудовані відповідні графіки мають змінний кут нахилу не тільки залежно від інтенсивності коливань, або від віддалення дослідного зразка, але й від глибини взаємодії пульсуючих потоків, що генеруються одночасно транспортувальними та фільтрувальними елементами верхньої та нижньої вібрувальних тарілок.

В цій ситуації пульсуючий турбулентний струмінь, створений соплом віброуючої перегородки (тарілки), складається з наступних один за одним у просторі й у часі поодиноких нестационарних струменів у вигляді вихрових кілець, що генеруються протягом півперіоду коливань тарілки. Інтервали часу між послідовними поодинокими струменями, що рухаються в одному напрямку, становлять також половину періоду коливань, оскільки протягом цих інтервалів генеруються аналогічні струмені протилежного напрямку. Ці зустрічні потоки формують більш потужні, але меншого масштабу, турбулентні вихори, які сприяють оновленню поверхні контакту фаз з більшою швидкістю.

Встановлено, що для інтенсифікації зовнішнього масоперенесення слід вважати оптимальною частоту коливань до 4 Гц при амплітудах вібротранспортувальної системи до $15 \cdot 10^{-3}$ м.

ТЕПЛОПЕРЕДАВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІНІАТЮРНИХ ТЕРМОСИФОНІВ З НАНОРІДИНОЮ

В.Ю. Кравець, д.т.н.,

В.І. Коньшин, к.т.н.,

В.Н. Морару, к.т.н.,

Д.І. Гуров, студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Під словосполученням «мініатюрні термосифони» розуміються термосифони, геометричні характеристики яких (насамперед внутрішній діаметр) сумірні з фізичними процесами, що протікають всередині них. Оскільки для передачі теплової енергії в таких пристроях проходить процес пароутворення, то розміри внутрішнього простору впливають на їх теплопередавальні характеристики. Перш за все, це позначається на процесі виникнення, зростання і відриву парових бульбашок. У [1] зазначається, що комплексом, який визначає співвідношення сил гравітації і сил поверхневого натягу є число Бонда Bo :

$$Bo = d_{вн} / \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho' - \rho'')}} , \quad (1)$$

де, $d_{вн}$ – внутрішній діаметр термосифону [м]; σ – коефіцієнт поверхневого натягу [Н/м]; g – прискорення вільного падіння [$\text{м}/\text{с}^2$]; ρ', ρ'' - густина рідини та пари [$\text{кг}/\text{м}^3$].

Вплив таких сил починає проявлятися при числах $Bo < 4$ [1]. При цьому термічний опір збільшується, а максимальний тепловий потік зменшується. Для підвищення теплопередавальних характеристик таких мініатюрних термосифонів можна використовувати в якості теплоносія нанорідину [2]. Під

терміном нанорідина називають колоїдний розчин, що складається з несучої рідини і дисперсних наночастинок з характерними розмірами від 1 нм до 100 нм. В якості несучих рідин можуть бути вода, органічні рідини і полімерні розчини. Твердими наночастинками зазвичай є частки хімічно стійких металів і їх оксидів.

Це дослідження присвячене визначенню впливу виду рідини на теплопередавальні характеристики мініатюрних двофазних термосифонів. Були обрані термосифони з $d_{вн} = 5 \cdot 10^{-3}$ м і довжиною 0,7 м. В якості теплоносія використовувалися чиста вода і нанорідина на основі води (вода + 0,1% вуглецевих нанотрубок, вода + 0,3% синтетичного алмазу). Розташування у просторі - вертикальне. До основних теплопередавальних характеристик термосифонів відносяться мінімальний термічний опір R_{min} при максимальному тепловому потоці Q_{max} . Залежно від роду теплоносія і геометричних характеристик термосифонів ці величини будуть мати різні значення. Так на рис. 1 показано вплив виду теплоносія на термічний опір R термосифонів в залежності від теплового потоку. Як видно, Q_{max} для нанорідин значно вище ніж у води. Однак R_{min} для всіх досліджуваних рідин лежить приблизно на одному рівні.

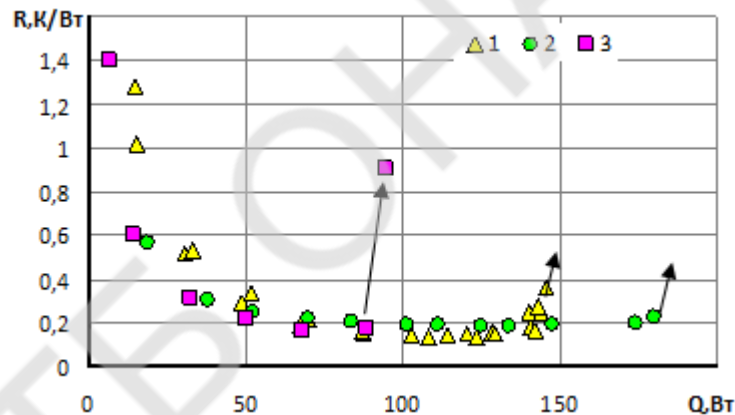


Рисунок 1. Вплив виду рідини на термічний опір мініатюрних термосифонів. 1 – вода + 0,3% синтетичного алмазу; 2 – вода + 0,1% вуглецевих нанотрубок; 3 – вода.

Такий характер підвищення Q_{max} можна пояснити тим, що при кипінні на центрах пароутворення поверхні зони нагріву можливо з'являються відкладення наночастинок. Це створює на поверхні теплообміну мікроскопічну шорсткість, яка затягує процес переходу бульбашкового кипіння у плівковий [3]. В залежності від кількості таких відкладень і висоти шорсткості цей процес може бути різним. Підтвердженням тому, що на поверхні з'являються відкладення наночастинок є візуальні спостереження поверхні нагріву термосифона з вуглецевими нанотрубками. Після 10 годин роботи термосифона він був розрізаний і розглянутий під мікроскопом зі збільшенням 1600 разів. Мідна внутрішня поверхня термосифона була частково покрита наночастинами чорного кольору. Паралельні випробування скляного

термосифону також зафіксували зміну кольору внутрішньої поверхні після приблизно 3-х годин роботи.

Різні значення Q_{max} для нанорідин з синтетичним алмазом і вуглецевими нанотрубками пов'язано, на нашу думку, з різною концентрацією наночастинок у базової рідині, а також особливістю будівлі їх кристалічної решітки.

Таким чином, дослідження показало, що підвищення теплопередавальної здатності мініатюрних термосифонів можна здійснювати за рахунок застосування нанорідин у якості теплоносіїв. Подальші дослідження у цьому напрямку необхідно спрямовувати на вивчення теплопередавальних характеристик при тривалому ресурсному випробуванні.

ІННОВАЦІЙНІ ТА ЕФЕКТИВНІ СОНЯЧНІ СУШАРКИ ДЛЯ ЦІЛОДОВОЇ СУШКИ

Мусій Р.Й., к.х.н., с.н.с. Відділення ФХГК ІнФОВ НАН України, Львів
Заборовський А.Б., м.н.с. Відділення ФХГК ІнФОВ НАН України, Львів
Железко О.П., інженер-конструктор Київський Політехнічний університет
ім. Сікорського
НДІ ПМ "РИТМ", Київ

В даний час для збереження навколишнього середовища дуже важливо використовувати альтернативні джерела енергії. В харчовій галузі серед різноманітних способів зберігання продуктів одним з найбільш розповсюджених є сушіння. При використанні газу і електроенергії такий процес стає дорогим.

Нами розроблені спеціально сконструйовані сушарки, які працюють виключно на сонячній енергії. При цьому використовуються сонячні повітряні теплові колектори, які виготовлені нами на основі нашого селективного покриття. В їх комплект входять: - сприймаюча панель з селективним покриттям, яка перетворює сонячну енергію в теплову; - сонячний фотоелектричний модуль для генерування необхідної напруги, яка використовується для роботи вентиляторів системи подачі повітря, електронного модуля контролю температури і вологості, зарядки акумуляторів. Вентилятори системи підтримують подачу повітря в межах 20-120 м³/год. Літом температура повітря на виході може досягати 70 °С. Вентилятори колектора продувають через сушарку екологічно чисте тепле повітря, не забруднюючи продукти та навколишнє середовище.

Для цілодобової сушки передбачені спеціальні акумулятори, розроблені в Київському Політехнічному університеті. У них задекларована висока ємність, невеликий час заряду від сонячних фотопанелей і значно більша кількість циклів заряду і розряду в порівнянні з існуючими моделями.

В даний час для таких типів сонячних сушарок розробляються спеціальні пристрої для контролю температури і вологості сушки, що дуже важливо при сушінні лікарських трав, зернових культур, фруктів, грибів і т.д. Адже відхилення на кілька градусів при сушці таких продуктів може суттєво змінити їхні поживні характеристики.

Наші інноваційні та ефективні сонячні сушарки передбачають дуже просту установку, мають можливість розміщення в саді, городі, на будь якій місцевості та у приміщеннях. При цьому людина не несе ніяких витрат і додаткових платежів на обслуговування під час їх експлуатації, так як вони повністю працюють від енергії сонця. Це є дуже зручно та економічно вигідно, тому що не вимагає практично присутності людини під час роботи.

МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ

Трішин Ф.А., к.т.н., доцент,

Гаріб'яр Ю.В., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Щодня людина протягом усього життя має потребу у воді. Вода – основний продукт харчування людства. Вона бере участь у всіх життєвих процесах організму і необхідна нам так само, як повітря та їжа. Зміна клімату, зростання чисельності населення, демографічні зміни і урбанізація вже створюють проблеми для систем водопостачання. До 2025 року половина світового населення проживатиме в районах, для яких буде характерний дефіцит води. Україна в забезпеченні ресурсами за обсягом запасів прісної води на одну людину серед 195 країн посідає 111-е місце.

Нераціональне споживання води, неефективне управління водними ресурсами та відсутність інфраструктури призводять до того, що мільйони людей відчувають дефіцит води, багато хто вмирає від хвороб, пов'язаних з відсутністю належного водопостачання, санітарії та гігієни. У зв'язку з такою ситуацією розробка енергоефективних способів отримання очищеної води представляє практичний та науковий інтерес. З усього обсягу опрісненої води, що отримується зараз в світі, 96% припадає на частку дистиляційних опріснювальних установок, 2,9% – електродіалізних, 1% – оберненого осмосу і 0,1% – на частку виморожуючих та іонообмінних опріснювальних установок. Через низьку енергоефективність дистиляційних опріснювальних установок частка альтернативних способів очищення води постійно зростає. Оскільки витрати енергії на утворення льоду в 6,7 разів менші, ніж витрати енергії на випаровування, то виморожуючі установки мають значні перспективи розвитку. В першу чергу це стосується систем блочного виморожування, оскільки вони характеризуються простотою конструкції, компактністю та енергетичною

ефективністю. Подальше поширення цих установок можливе при появі нових способів підвищення їх енергоефективності.

Незважаючи на широкий спектр досліджень, все ще недостатньо вивчене застосування ультразвуку середньої і малої потужності, а також застосування ультразвукового випромінювання до процесів кристалізації і сепарації води. Запропонована гіпотеза, що енергоефективність процесу блочного виморожування можна підвищити за допомогою впливу ультразвуку середньої і малої потужності.

Був проведений ряд дослідів з вивчення впливу ультразвукового поля на фізичні параметри процесу кристалізації та сепарування. Для досягнення найбільшого ефекту був застосований ультразвуковий генератор зі змінною частотою (від 10 до 80 КГц).

Експериментально показано, що використання ультразвукового інтенсифікатора дозволяє підвищити енергоефективність процесу, зокрема зафіксовано збільшення маси блоку льоду завдяки зростанню коефіцієнту масовіддачі на 15-20%, зниження вмісту солей в стоках на 40% та зниження пористості блоку льоду на 22%. Це можна пояснити меншим значенням пористості блоку, більш швидким його наморожуванням і більш щільною упаковкою кристалів. При цьому слід зауважити, що низькотемпературне розділення під впливом ультразвукових полів характеризується витратами енергії значно нижчими в порівнянні з традиційною дистиляцією. Отож, застосування ультразвукових інтенсифікаторів є однією з можливостей підвищення енергоефективності процесу блочного виморожування.

ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО ТА МАСОПЕРЕДАЧІ ПРИ ФОРМУВАННІ БЛОКУ ЛЬОДУ

Трішин Ф.А., к.т.н., доцент,

Трач О.Р.,

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В реальних умовах дослідження процесу тепло та масопередачі при формуванні блоку льоду в установках блочного виморожування пов'язане з великими труднощами внаслідок складності і нестационарності процесів, тому важливість набуває теоретичний аналіз і побудова моделей.

При блочному виморожуванні формується пористий шар, що вміщає лід та воду. В теорії можна забезпечити нульову пористість, проте швидкість формування блоку льоду буде нескінченно низькою. Будь-які методи інтенсифікації призведуть до зростання швидкості наморожування, але буде отримана пориста структура. Відповідно важливе значення набуває теоретична розробка методів для дослідження властивостей пористого шару та впливу пористості на процес виморожування.

В рамках проведених досліджень вперше розроблена числова модель, що характеризує залежність параметрів процесу виморожування від пористості блоку. Отримані результати показують, що можливість ефективного впливу на процес кристалізації багато в чому визначаються достовірністю уявлень про будову пористої структури льоду, тому актуальною є задача моделювання цієї структури і визначення її впливу на процеси тепло- і масообміну.

Блок льоду представляє собою пористу систему. Виділяють кілька характерних моделей фізичного моделювання пористих систем, що відображають як корпускулярну будову пористих систем, так і губчасту. Виходячи з цього всі моделі діляться на глобулярні і капілярні. У глобулярних моделях основою є одиничні елементи геометричної форми, укладені певним чином, пори відображаються в глобулярних моделях як порожнечі між елементами (глобулами), а щільність укладання глобул характеризується коефіцієнтом їх упаковки та залежить від форми глобул і способу їх упаковки. В капілярних моделях вільний обсяг представляється як сукупність капілярів різного перерізу, протяжності і орієнтації в просторі.

Однак, структура природних речовин знаходиться під впливом різноманітних випадкових факторів, що значно ускладнює побудову достовірної моделі. Відповідно до цього, доцільно застосовувати стохастичні методи моделювання, теорію фракталів і теорію перколяції. Використовуючи фрактальний аналіз стохастичної структури, можна визначити деякі усереднені параметри, що характеризують її будову. Це дозволить використовувати розроблені моделі в практичних розрахунках для визначення показників тепло і масообміну.

В рамках дослідження була побудована перколяційна модель блоку льоду, що відображає внутрішню структуру блоку льоду та можливості підвищення енергоефективності процесу блочного виморожування.

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДИСПЕРГУВАННЯ БІОМАСИ ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗОВМІСНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЗА РАХУНОК ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ

Ободович О.М., д-р техн. наук,
Сидоренко В.В. канд.техн.наук
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Одним з вирішальних факторів ефективності сучасного виробництва є рівень безвідходності і комплексний характер переробки сировини.

Фізичні та хімічні властивості рослинної сировини, такі, як структура, вологоємкість, вологість, визначають швидкість, ступінь гідролізу і вихід редукуючих речовин (РР) [1].

Фізична попередня обробка сировини може збільшити доступну площу поверхні і розмір пір, знизити кристалічність і ступінь полімеризації целюлози [2].

Подрібнення може бути використано для зміни характерної ультраструктури лігноцелюлози і ступеня кристалічності, а отже, зробити її більш доступною для подальшого гідролізу. Чим менше розмір часток, тим більше питома поверхня, відкрита для гідролізу і тим швидше відбувається утворення РР.

Одним з об'єктів застосування диспергованої рослинної сировини є виробництво біоетанолу [3].

Метою роботи є збільшення ефективності диспергування рослинної лігноцелюлозної біомаси за рахунок дискретно-імпульсного введення енергії та інноваційного тепломасообмінного обладнання.

Зроблено припущення, що використання обладнання, що реалізує метод дискретно-імпульсного введення енергії при диспергуванні лігноцелюлозної сировини може інтенсифікувати технологічний процес, а саме знизити тривалість попередньої підготовки сировини до гідролізу, гідролізу та ферментації, підвищити кількість редуруючих речовин в суслі, зменшити енерговитрати та, в цілому, зробити технологію більш привабливою.

Дослідження по диспергуванню лігноцелюлозної сировини проводились на експериментальній установці, яка реалізує метод дискретно-імпульсного введення енергії. В роторно-пульсаційному апараті, що входить до складу установки відбуваються одночасно процеси диспергування, розчинення, нагрівання, гідролізу.

Експерименти проводилися на соломі пшениці і кукурудзи.

Параметрами, що змінювались в ході експерименту, були гідромодуль, кількість циклів обробки, частота пульсацій потоку, швидкість зсуву потоку.

Визначався вплив цих параметрів на розмір часток порошку соломи або кукурудзи, температура суміші, продуктивність установки, питома енерговитрати.

Висновки.

Обов'язковою умовою підвищення ефективності процесу біоконверсії є висока дисперсність часток рослинного матеріалу, що обумовлює розвинену поверхню, доступну дії ферментів.

Будь-який напрямок використання помелу біомаси потребує знання її гранулометричного складу в залежності від технологічних режимів одержання та використання.

Доведено ефективність застосування метода ДІВЕ при диспергуванні соломи пшениці та кукурудзи. Підібрано обладнання у вигляді РПА, що дозволяє одночасно проводити процеси диспергування, перемішування, нагрівання, розчинення.

Визначено оптимальні параметри обробки сировини в РПА. Встановлено гранулометричний склад суміші порошку пшениці або кукурудзи з водою.

Література

1. Нуртдинов Р.М. Предварительная обработка растительного сырья и отходов сельскохозяйственного производства с целью повышения выхода редуцирующих веществ / Р.М. Нуртдинов, Р.Т. Валеева, С.Г. Мухачев, М.В. Харина// Весник Каз. Технол. Ун-та. – 2011. – №9. – С.264-267.
2. Шарков В.И. Технология гидролизных производств: учеб.пособие для вузов/В.И. Шарков. – М.: Лесная промисленность, 1973. – 230 с.
3. Патент №2233087(Россия) Растительная мука и способ ее получения/Щеглов В.Н., Бушин В.Г., Проскурин А.А.//27.07.2004.

ГІДРОДИНАМІКА ГАЗОРІДИННИХ ПОТОКІВ НА КАПЛІЯРНО-ПОРИСТИХ СТРУКТУРАХ

Туз В.О., д.т.н.,
Лебедь Н.Л., к.т.н.,
Семеняко О.В., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Перспективним методом пасивної інтенсифікації процесів тепломасообміну у газорідинних системах є використання поверхонь контакту з капілярно-пористим покриттям стінок каналу. Такий метод дозволяє штучно турбулізувати плівку рідини і, тим самим, інтенсифікувати процес тепломасообміну. З іншої сторони, капілярно-пориста структура сприяє більш ранньому розвитку хвильового руху плівки, що може обмежувати величину верхньої границі швидкості газу, при якій виникає процес захлинання у випадку затоплення структури поверхні. Цей ефект доцільно використовувати для розширення робочого діапазону параметрів тепломасообмінних апаратів.

Процес взаємодії плівки рідини з газовим потоком досліджувався у роботах [1, 2, 3]. Дія потоку газу на вільну поверхню плівки враховувалася на підставі допущення про пропорційність дотичної напруги на цій поверхні величині відхилення поперечної координати хвильової поверхні щодо середнього значення товщини плівки рідини.

Експериментальні дослідження по визначенню товщини плівки на вертикальній стінці з капілярно-пористим покриттям залежно від густини зрошування дозволило виділити декілька характерних областей, границі яких визначалися не тільки взаємодією плівки і газу з урахуванням сил інерції і в'язкості, але і капілярними силами. Для ламінарного режиму течії плівки було виявлено чотири області [4]. Область I відповідала руху плівки при затопленому капілярно-пористому покритті. Слід зазначити, що характер зміни товщини плівки в I області ідентичний зміні при її течії по гладкій поверхні з урахуванням геометричних характеристик капілярно-пористого покриття.

Область II характеризується практично автотонністю товщини плівки від густини зрошування. Подальше зменшення густини зрошування приводить до стрибкоподібної зміни товщини плівки, що дозволяє виділити цей ефект в область III. В області IV спостерігається квазістабільний режим течії. Нижня границя області IV визначається початком процесу розриву плівки.

Виконані дослідження показали, що при використанні капілярно-пористих матеріалів при певних густинах зрошення, коли товщина плівки не перевищує товщини капілярно-пористого покриття, граничне значення швидкості газового потоку збільшується у 2-3 рази [4]. На процес формування плівки впливають тип зрошувального пристрою і виникнення капілярних сил в структурі покриття. Вплив наведених факторів значно ускладнює гідродинаміку плівкової течії. Для капілярних сил в значній мірі залежить від теплофізичних властивостей рідини, крайового кута змочування, поверхневого натягу і геометрії капілярно-пористої структури. Були проведені дослідження по визначенню впливу геометричних характеристик покриття на інтенсивність процесів тепломасообміну двофазних газорідних систем в каналах з капілярно-пористою структурою.

Геометричні характеристики покриття теплообмінної поверхні, суттєво впливають на адгезійну взаємодію поверхні контакту і плівки робочої рідини, а отже і на інтенсивність процесів тепломасообміну в контактному апараті. Аналіз результатів дослідження впливу на інтенсивність випаровування плівки робочої рідини геометричних характеристик капілярно-пористого покриття, а саме розміру чарунки, при швидкості газового потоку 10 м/с показує, що у діапазоні температур, в якому проводились дослідження, інтенсивність випаровування рідини зростає при збільшенні розміру чарунки від 10^{-4} м до $5 \cdot 10^{-4}$ м. При збільшенні розміру чарунки від $5 \cdot 10^{-4}$ м до $6,3 \cdot 10^{-4}$ м інтенсивність випаровування рідини дещо знижується, в наслідок того, що роботи сил адгезії не вистачає на утримання тонких плівок довгий час у великих чарунках до їх повного випаровування. Зростання інтенсивності випаровування здійснюється також за рахунок турбулізації плівки рідини.

Аналіз результатів дослідження показав, що використання капілярно-пористого покриття поверхні каналів контактних апаратів впливає на хвильові процеси в плівці і сприяє зниженню нижньої границі початку процесу захлинання при певних умовах. Досліджено вплив геометричних характеристик покриття на інтенсивність процесів тепломасообміну в контактному апараті. Використання результатів експериментального дослідження гідродинаміки двофазного потоку в каналах з капілярно-пористим покриттям дозволило уточнити аналітичний розв'язок задачі по визначенню границь кризових явищ. Аналіз результатів дослідження показав, що початок процесу захлинання настає при значно більшій товщині плівки, що є істотним позитивним моментом при експлуатації контактних тепломасообмінних апаратів.

Список літератури

1. Семёнов П.А. Течение жидкости в тонких слоях (II). Журнал теоретической физики. 1950. Т. 20., вып. 8. С. 980-990.
2. Капица П.Л. Волновое течения тонких слоёв вязкой жидкости. Журнал экспериментальной теплофизики. 1948. Т. 18, вып.1. С. 3-28.
3. Безродный М.К., Пиоро И.Л., Костюк Т.О. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Київ: Факт, 2003. 480 с.
4. В.О. Туз, Н.Л. Лебедь. Гідродинаміка і тепломасообмін газорідних потоків на капілярно-пористих структурах: монографія. Харьков: ФОП Бровін О.В. 2018. 220с.

ТЕПЛООБМІН І АЕРОДИНАМІКА СПРАЛЬНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ КРІОГЕННИХ СИСТЕМ

Туз В.О., д.т.н.,

Терех О.М., к.т.н.,

Семеняко О.В., к.т.н.

Литвиненко М.П., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Для ефективної роботи обладнання кріогенних установок необхідно застосовувати ефективні рекуперативні теплообмінні апарати [1, 2]. Перспективним напрямком створення сучасних ефективних трубчастих теплообмінників з високими техніко-економічними показниками є використання в їх конструкції труб з новою формою поперечного перерізу, так звані плоско-овальні труби.

Вибір напрямку досліджень витих пакетів зі плоско-овальних труб ґрунтується на особливостях їх омивання, пов'язаних з виникненням на теплообмінній поверхні відривних та турбулентних областей, що суттєво впливають на швидкісні та температурні поля у потоці. Комплексні експериментальні і чисельні дослідження теплообміну та аеродинаміки поверхонь із зазначених труб спрямовані на пошук раціональних геометричних та конформувальних характеристик стосовно конкретних режимних умов роботи теплообмінних апаратів.

Інтенсивність теплообміну зростає завдяки зменшенню площі поверхні, що взаємодіє з рециркуляційними течіями у кормовій вихровій зоні. Розміри цієї зони суттєво менше, ніж у труб круглого перерізу. Крім того, інтенсифікації теплообміну сприяє і те, що на плоско-овальному профілю (на відміну від круглого) спостерігається відрив потоку у точці переходу з передньої закругленої до прямолінійної частини труби [3]. Причиною підвищення інтенсивності теплообміну з внутрішньої сторони при переході від круглого до

плоско-овального профілю є зменшення еквівалентного діаметру d_e , що при рівності витрат теплоносія приводить до відповідного росту внутрішнього коефіцієнту теплообміну $\alpha_{вн}$.

В цілому, аналіз показує, що заміна круглого профілю труб на плоско-овальний при збереженні периметра поперечного перерізу дозволяє збільшити коефіцієнт теплопередачі у 1,3 - 1,8 рази в залежності від рівня підвищення швидкості зовнішнього теплоносія, кроків труб і вибраного співвідношення розмірів d_1 і d_2 плоско-овального профілю труби (ступеня подовження профілю d_2/d_1) [4].

Попередні конструкторські розрахунки показують, що використання плоскоовальних труб дозволяє суттєво знизити сумарні втрати тиску у газовому тракті теплообмінника при одночасному збільшенні його теплової потужності, а також забезпечити прийнятні його масогабаритні характеристики.

Аналіз результатів проведених досліджень і розрахунків дозволяє зробити висновок, що застосування плоско-овальних труб є ефективним методом удосконалення трубчастих поверхонь теплообміну і може бути перспективним напрямком розвитку холодильної техніки.

На підставі експериментальних досліджень, які були проведені в ТОВ «ДНПРО МТВ», визначені основні компоненти холодоагенту. А саме: метан CH_4 , етилен C_2H_4 , пропан C_3H_8 та ізобутан C_4H_{10} . Слід зазначити, що для розрахунку параметрів суміші холодоагентів у характерних точках діаграми циклу необхідно визначити термодинамічні властивості як окремих складових, так і суміші в цілому. Крім основних теплофізичних властивостей теплоносіїв для розрахунку параметрів циклу необхідна інформація про калоричні властивості окремих компонентів та суміші в цілому. Визначення теплофізичних і калоричних властивостей суміші вуглеводнів алканового ряду по існуючим методикам розрахунку приводить до значних розбіжностей результатів розрахунку і випробувань холодильного обладнання. Проведений аналіз експериментальних даних [5] дозволив удосконалити методику для визначення калоричних властивостей, яка дозволяє визначати ентальпію суміші холодоагентів з достатньою точністю, що підтверджено результатами випробування холодильних машин, які використовуються в криогенних установках.

Висновки.

Використання теплообмінних поверхонь з труб плоско-овальної форми дає можливість інтенсифікувати процеси теплообміну в порівнянні з пучками труб круглого перерізу і покращити техніко-економічні показники обладнання, яке використовується в криогенних установках.

Використання сумішевих холодоагентів в більшості випадків не дозволяє застосовувати правило адитивності. Для визначення параметрів процесу необхідно застосовувати уточнену методику розрахунку теплофізичних

властивостей суміші в залежності від їх складу і долі кожного компоненту в суміші.

Список літератури

1. Дилевская Е.В. Криогенные микротеплообменники. Москва: Машиностроение, 1978. 165с.
2. Автономные криорефрижераторы малой мощности./под ред. В.М. Бродянского. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 208с.
3. Туз В.О., Кондратюк В.А., Терех А.М., Жукова В.Ю., Мейрис А.Ж. Аэродинамическое сопротивление поперечно-омываемых пакетов плоско-овальных труб. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. № 3/8(5). С. 39-42.
4. Туз В.О., Терех О.М., Семеняко О.В., Руденко О.І., Кондратюк В.А. Теплообмін циліндрів плоскоовального профілю при поперечному їх обтіканні. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 3/8(63). С. 30-35.
5. Методы расчёта теплофизических свойств газов и жидкостей/ Федоров В.В. и др.: справочник. Москва: Химия. 1974. 248 с.

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ КРИСТАЛОГІДРАТІВ ДЛЯ КОМПОЗИТНИХ АДСОРБЕНТІВ ІЗ ВИСОКОЮ ГУСТИНОЮ ЗАПАСАННЯ ЕНЕРГІЇ

Сергієнко, Я.О.,
Беляновська, О.А.,
Сухий, К.М.,
Коломієць, О.В.,
Сухий М.П.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
м. Дніпро

Ініціативи світового співтовариства щодо зменшення викидів парникових газів та споживання первинного палива, а також розширення використання нетрадиційних джерел енергії стимулюють розробку та дослідження матеріалів та процесів для адсорбційного перетворення теплової енергії, зокрема, низькопотенційної. Тим не менш, сучасний стан техніки в цій галузі сильно обмежений недостатніми сорбційними властивостями адсорбційних матеріалів, зокрема низькою адсорбційною ємністю. Відомо, що найперспективнішим рішенням з підвищення адсорбційної ємності адсорбентів та густини запасання енергії є впровадження кристалогідратів до поринних матриць, зокрема, силікагелів, цеолітів та вермікуліту шляхом імпрегування або золь – гель синтезу. Композити «сіль в пористій матриці» (СВПМ) були визнані

перспективними матеріалами для АПТ із-за їх підвищеної сорбційної здатності до поширених робочих рідин (води, метанолу та аміаку). Крім того, впровадження кристалічних солей до поринних матриць сприяє зниженню температури регенерації отриманих композитів в порівнянні з базовими адсорбентами, а також якісній зміні кінетики гідратації на відміну від масивних солей.

Метою даної роботи є визначення загальних критеріїв підбору солей для золь – гель синтезу композитів «сіль в поринній матриці» та дослідження властивостей та експлуатаційних характеристик нанокompозитних адсорбентів як матеріалів адсорбційного перетворення теплової енергії.

До кристалогідратів та їх солей, як можливих теплоакумуючих матеріалів, доцільно висунути наступні вимоги:

- адсорбційна ємність солі має бути високою, не менш за 0,5 кг/кг, тобто сіль має утворювати висоководні гідрати;
- температура регенерації кристалогідратів має відповідати санітарним нормам;
- сіль має бути стабільною в робочому інтервалі температур;
- фазовий перехід повинен супроводжуватися поглинанням і виділенням великої кількості теплоти;
- фазовий перехід повинен відбуватися поблизу реальної температури плавлення;
- температури фазових переходів бажано було б не перевищувати 30 – 100°C;
- сіль повинна бути доступна в великих кількостях, тобто бути порівняно дешевою;
- приготування кристалогідрата для застосування повинно бути порівняно простим;
- сіль повинна бути нешкідливою для людини, навколишнього середовища та обладнання (бути нетоксичною, негорючою, не виявляти корозійної активності).

Враховуючи дані про склад кристалогідратів та молярну масу безводних солей проведено порівняння адсорбційних ємностей кристалогідратів, які є стабільними в інтервалі температур 30 – 120°C (таблиця).

Таблиця.

Адсорбційна ємність кристалогідратів

Сіль	Na ₂ SO ₄ (кр)	CH ₃ COONa(кр)	CaCl ₂ (кр)
Кристалогідрат	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O(кр)	CH ₃ COONa·3H ₂ O(кр)	CaCl ₂ ·6H ₂ O(кр)
Адсорбційна ємність, кг/кг	1,27	0,66	0,97

Враховуючи адсорбційну ємність найперспективнішим з розглянутих солей є натрій сульфат. Дані кристалогідрати володіють достатньо високою

адсорбційною здатністю та низькою молярною масою, що повністю задовольняє вибору кристалогідратів для подальшого дослідження у теплоенергетичній промисловості. У цілому ряді робіт вказується на стійкість теплоакумулюючих матеріалів на основі кристалогідратів солей натрію до численного термоциклювання, що є необхідною умовою для їх щоденного використання для вирівнювання теплового режиму.

Нанокompозитні сорбенти «силікагель – натрій сульфат» і «силікагель – натрій ацетат» синтезували з тетраетоксисилану, Na_2SO_4 або CH_3COONa , етанолу (як розчинника) і соляної кислоти (як каталізатора). Полііонени служили органічними модифікаторами.

Склад і структуру нанокompозитних сорбентів «силікагель – натрій сульфат» і «силікагель – натрій ацетат», синтезовані золь-гель методом, вивчали за допомогою дериватографії і ширококутного рентгенівського розсіювання. Встановлено, що диспергування до нанорівня сприяє зміні адсорбційних властивостей кристалічних Na_2SO_4 і CH_3COONa при їх виділенні в кремнієву кисневу матрицю. Показано відповідність їх структури, кінетики адсорбції води та робочої характеристики як адсорбційних матеріалів для адсорбційних перетворювачів теплової енергії. Так, в роботі розглянуті системи композити «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат». Досягнуто величини виділення теплової енергії при адсорбції порядку 1500-4400 кДж/кг протягом кількох тисяч циклів нагрівання – охолодження.

Таким чином, композити «силікагель – натрій сульфат» та «силікагель – натрій ацетат» є перспективними матеріалами для адсорбційного перетворення теплової енергії.

Робота виконана при підтримці Міністерства освіти і науки України (№ держреєстрації 0119U002243).

ОСНОВЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ

Янаков В.П. канд. техн. наук, старший преподаватель

Таврический государственный агротехнологический университет,
г. Мелитополь

В питании населения продукция хлебопекарной, макаронной, кондитерской и перерабатывающей промышленности занимает центральное место. Качественные, структурные, а также энергетические показатели применяемых технологий создания продукции основаны на свойствах рецептурного сырья и теста. Они реализуются через процессы: перемешивания, теплообмена, массообмена и структурообразования, которые осуществляется тестомесильными машинами и агрегатами периодического и непрерывного действия [1,2].

Коммерческий успех пищевых и перерабатывающих предприятий, реализуемых технологий и используемого оборудования основан на многофакторности реализовываемой методологии. Основан на всестороннем научном подходе в изучении, анализе, корректировке, обработке и прогнозировании физико-химических и структурно-механических свойств при изменении форм связи энергетического воздействия данного типа пищевого оборудования.

Адаптация специфических требований процессов перемешивания к их реализации в условиях оперативного контроля и корректировки определяет протекание дальнейших качествообразующих процессов теста. На этой основе происходит конструктивное развитие тестомесильных машин и агрегатов периодического и непрерывного действия. Основывается данный научный подход на следующих аксиомах:

Научная гипотеза исследований.

Достижение технологически обоснованного уровня однородности теста возможно при минимальных энергозатратах на замес и ориентирована на достижение наибольшего объёма выпускаемой продукции. Направлено на доминирование в сегменте пищевого и перерабатывающего рынка.

Материал исследований.

Служит разнообразие компонентов рецептурного сырья и теста, их технологическое разнообразие, назначение, уникальность физических, механических, структурных и качественных свойств. Тестомесильные машины и агрегаты периодического и непрерывного действия.

Методика исследований.

Основана на применении современных концепций сопротивления материалов, пластичности, математического моделирования производственных процессов, гидромеханики и механики сложных термодинамических систем.

Технические возможности используемого пищевого оборудования.

Базируется на типе реализации энергетического воздействия тестомесильных машин и агрегатов на перемешиваемое сырьё и тесто. Определяется степень варьирования энергозатрат, характера, режима и метода взаимосвязи показателей эффективности.

Реализация — технологическая операция замес и обминка теста.

Временной такт данной операции включает в себя ряд подоперации. На данный момент они представлены следующим образом: замес опары, брожение опары, замес теста, брожение теста, обминка теста, расстойка теста.

Взаимосвязь инноваций в исследованиях.

Особенности используемых технологий устанавливают потенциал применяемого рецептурного сырья. Оценка, контроль параметров замеса, определяют степень корректировки реализуемых процессов. В дальнейшем они определяют структуру ассортимента выпускаемой продукции.

Результатом исследований тестомесильных машин и агрегатов периодического и непрерывного действия, технологий замеса, компонентов рецептурного сырья и теста является создание новой методологии. Её суть заключается в возможности варьирования стоимостными показателями тестоприготовления. Целью является — получение теста с различными показателями структуры и качества, из одних и тех же компонентов рецептурного сырья.

Перспективы исследований теории тестоприготовления — создание инновационных продуктов хлебопекарных, макаронных, кондитерских и перерабатывающих технологий. Базой являются тестомесильные машины и агрегаты периодического и непрерывного действия. Последствие — доминирование на рынках выпускаемой продукции в областях с различной степенью качества и структуры.

Список использованных источников:

1. Янаков В.П. Обоснование параметров и режимов работы тестомесильной машины периодического действия: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.12. — "Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств" / В.П. Янаков. — Донецк.: Мин-во образ. и науки Украины, Донецкий нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, 2011. — 20 с.
2. Янаков В.П. Выбор технологий замеса. / В.П. Янаков. "Техника и технологии пищевых производств": междунар. науч.-метод. конф., (г. Могилёв, 15-16 ноября 2018 г.) Мин-во образования республики Беларусь, Могилёвский гос. ун-т. продовольствия. — Могилёв.: — Могилёвский гос. ун-т. продовольствия, — 2018. Тезисы докл. Т.2. — С.80–82.

О ВЛИЯНИИ РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ КОТЛОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Воинов А. П., д-р техн. наук, профессор,
Херсонский филиал национального университета кораблестроения,
г. Херсон

Воинова С. А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Анализ развития структуры топливного баланса энергетики Украины свидетельствует о предстоящем устойчивом увеличении в нем доли твердого топлива. При этом качественные его показатели будут снижаться. В связи с этим применение технологии котельно-топочного низкотемпературного

кипящего слоя (КС) будет неуклонно возрастать, благодаря ее уникальным возможностям использовать твердое низкокачественное топливо с высокими технологическими показателями.

На надежность (Нд) котлов КС в штатном режиме влияет множество факторов. Владение закономерностями этого влияния может обеспечить надлежаще высокий уровень надежности функционирования котлов. Действие указанных факторов компенсирует система автоматического управления (САУ). В нештатных режимах (НР) задача управления существенно усложняется.

Технологическая эффективность котла, – степень его экологической, экономической и общетехнической эффективности, – характеризует показатели его функционирования в штатном режиме. При этом, по мере расходования остаточного ресурса технологический потенциал котла непрерывно снижается, достигая к моменту исчерпания остаточного ресурса минимально допустимого уровня. При работе котла в НР темп и характер расходования остаточного ресурса становятся непрогнозируемыми.

Главным источником возмущений технологического процесса котла является его тепловая нагрузка. Ее изменения по амплитуде, частоте и скорости обуславливают параметры усталостных знакопеременных напряжений в элементах конструкции агрегата, тем самым, определяют их состояние, следовательно, и темп расходования ими своего остаточного ресурса. Для поддержания надлежащей Нд котла, необходимо обеспечить такой режим изменения нагрузки, при котором упомянутые напряжения не превосходили бы допустимые. Надежная реализация подобного режима возможна лишь на основе применения САУ.

Котлы КС могут оказаться в НР разного характера. Среди них выделяется силой неблагоприятного воздействия на Нд котла режим, возникающий при прекращении электропитания собственных нужд, то есть при прекращении питания приводных электродвигателей на котельно-вспомогательном оборудовании.

В этом НР в топке, на воздухораспределительную решетку выпадает инерт при рабочей температуре КС (850 – 1000) °С. Поскольку охлаждение решетки воздухом прекратилось (из-за остановки дутьевого вентилятора), аккумулированная слоем теплота распространяется теплопередачей на решетку и несущую ее раму, а также на трубы поверхности нагрева, оказавшиеся в плотном слое инерта или над ним. Все эти элементы, в первую очередь, неохлаждаемые теперь трубы, претерпевают перегрев до недопустимо высокой температуры, вызывающий их повреждение. Необратимые изменения состояния указанных и других элементов агрегата выводят его в аварийное состояние.

Для предотвращения описанного производственного происшествия, необходимо предпринять комплекс мероприятий разного характера.

Активные мероприятия сводятся к автоматическому резервированию системы электропитания. Но и они не исключают возникновение описанного выпадения слоя на решетку, которое может произойти при выходе из строя дутьевого вентилятора.

Пассивные мероприятия сводятся к экстренному удалению с поверхности решетки выпавшего на нее инерта. Однако проводить эту операцию приходится в условиях отсутствия электропитания.

Вторым по серьезности возможных последствий является НР, обусловленный таким сочетанием условий функционирования котла, в которых интенсивность внешней эрозии (эрозии труб поверхности нагрева, погруженных в КС) превосходит допустимый уровень. Предварительным обоснованным выбором условий функционирования котла КС и надлежащим управлением этим процессом можно вероятность возникновения НР по внешней эрозии свести к минимуму.

Осуществление мероприятий, позволяющих котлу, попавшему в НР, быстро и с минимальным ущербом выйти из него, возможно при оснащении САУ узлом технической диагностики состояния оборудования котельной установки и режима ее функционирования.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, чем сложнее и труднее НР, тем интенсивнее расходуется остаточный ресурс котла и тем важнее роль САУ его технологическим процессом.

При использовании котельных установок КС, отработавших значительную часть расчетного ресурса, для обеспечения высокой Нд, необходимо при разработке и последующей реализации регламента технического обслуживания учитывать текущее состояние котельного агрегата, его узлов и деталей. При этом целесообразно использовать положения технической геронтологии.

Основные из высказанных положений распространяются на более простые, котлы, оборудованные топками с КС.

Котлы КС, оснащенные САУ, способны стать основным средством высокоэффективного использования твердого низкокачественного топлива вообще, в частности для теплоснабжения жилищно-коммунальной сферы. Надлежащим выбором конструктивно-компоновочных решений, режимов эксплуатации и технического обслуживания котельных, оснащенных этими агрегатами, можно обеспечить надежное функционирование оборудования с технологическими показателями на уровне мирового стандарта.