Національна академія наук України
Інститут технічної теплофізики

«ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ»

Тези XIII Міжнародної онлайн-конференції

(7-8 листопада 2023 р.)

Національна академія наук України
Інститут технічної теплофізики

ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Тези XIII Міжнародної онлайн-конференції
(7–8 листопада 2023 р.)

Київ
Симоненко О. І.
2023

УДК 536+621.36](06)(082)
П81

Проблеми теплофізики та теплоенергетики : Тези XIII Міжнар.
П81 онлайн-конф. (7–8 листопада 2023 р.). – Київ : Симоненко О. І., 2023. – 138 с.

ISBN 978-617-7979-09-7

Видання містить матеріали XIII Міжнародної онлайн-конференції «Проблеми теплофізики та теплоенергетики», в яких викладено погляди вчених і фахівців щодо вирішення проблем теплопостачання й ефективного використання енергоресурсів на найближчу перспективу.

Всі назви та зміст тез представлені в оригінальному викладі їх авторів без правок і коректур редакції. Оргкомітет не несе відповідальності за зміст представлених матеріалів.

Для наукових працівників, аспірантів та студентів енергетичних спеціальностей.

УДК 536+621.36](06)(082)

ISBN 978-617-7979-09-7

© Інститут технічної теплофізики НАН України, 2023

ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ

XIII МІЖНАРОДНА ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦІЯ «ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ»

7 – 8 ЛИСТОПАДА 2023 року

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- **Інститут технічної теплофізики НАН України**

За підтримки:

- Національної академії наук України
- Комітету Верховної Ради України з питань енергетики та житлово-комунальних послуг
- Київської торгово-промислової палати
- Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України
- Рівненської обласної державної адміністрації
- Шевченківської рай онної в місті Києві державної адміністрації
- Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. І. Сікорського»
- Національного університету біоресурсів і природокористування України
- Національного університету харчових технологій•Національного комітету з тепломасообміну
- Інституту відновлюваної енергетики НАН України
- Біоенергетичної асоціації України
- Громадської спілки «Національної асоціації України по тепловим насосам»

ПРОБЛЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

1. Фундаментальні дослідження в теплофізиці і теплоенергетиці
2. Відновлювані та альтернативні джерела енергії
3. Енергоефективні теплотехнології, обладнання та процеси сушіння
4. Комунальна і промислова теплоенергетика
5. Енергоефективність будівель, контроль та автоматизація об`єктів

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: **Снєжкін Ю.Ф.**
академік НАН України, директор ІТТФ НАН України,
Заступник голови: **Авраменко А.О.**
чл.-кор. НАН України, заст. директора ІТТФ НАН України
Науковий секретар конференції: **Ступак О.С.** *канд. техн. наук*
Виконавчий секретар конференції: **Олійник Л.В.**

ЗМІСТ

***ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ*……..** 9

Снєжкін Ю.Ф. Антропогенний вплив енергетики на «парниковий ефект»……..... 9

Фіалко Н.М., Тимченко М.П. Кліматична загроза в умовах сучасного глобального потепління……. 10

Басок Б.І. Науково-технічні основи термомодернізації будівель України…….. 11

Халатов А.А. Бойові малорозмірні безпілотні апарати (МБПЛА) на базі мініреактивних двигунів тягою 10-90 кгс зі зменшеною «помітністю»: сучасний стан та проблеми теплофізики…… 12

***Секція №1 Фундаментальні дослідження в теплофізиці і енергетиці*……..** 14

Халатов А.А., Борисов І.І. Застосування модифікованих ε-NTU методів для розрахунку сухих градирень……... 14

Доник Т.В., Ступак О.С., Ланьков Б.С. Вплив зовнішньої турбулентності на плівкове охолодження з однорядною подачею охолоджувача в трикутні заглиблення …….. 14

Ковецька Ю.Ю., Коваленко В.М., Філіппова О.В., Скіцько О.І. Модель Лоренца для пористих середовищ в газі Ван-дер-Ваальса……..……. 15

Ковецька М.М., Кондратьєва О.О., Гомжина Л.Д. Нестаціонарний радіаційно-конвективний теплообмін при плівковому кипінні рідини біля вертикальної стінці…… 16

Дмитренко Н.П. Теплообмін в пласкому мікроканалі, що обертається..... 17

Фіалко Н.М., Носовський А.В., Прокопов В.Г., Меранова Н.О., Альошко С.О., Хміль Д.П., Шараєвський І.Г., Піоро І.Л., Зімін Л.Б., Власенко Т.С. CFD аналіз полів в’язкості надкритичної води у вертикальних нагріваних каналах……... 18

Фіалко Н.М., Дінжос Р.В., Меранова Н.О., Шеренковський Ю.В., Коржик В.Н., Навродська Р.О., Косева Н., Лазаренко М.М.,Дашковська І.Л., Кліщ А.В. Теплофізичні властивості полімерних нанокомпозитів і енергоощадні сценарії технології їх отримання……. 19

Фіалко Н.М., Кузьменко І.М. Моделювання режимів зустрічного руху потоків у коаксіальному каналі контактного апарата……... 20

Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Недбайло А.Є. Застосування кавітаційних механізмів для раціонального споживання води в енергетиці 21

Погорєлова Н.Д., Хоменко М.В. Динамічне моделювання в'язкості розчинів водорозчинних полімерів за допомогою інтелектуальних методів……. 22

Шубенко О.Л., Голощапов В.М., Котульська О.В., Парамонова Т.М. Уточнена фізична модель течії пари в частині низького тиску турбін великої потужності на маловитратних режимах …… 23

Сорока Б.С., Згурський В.О., Карабчиєвська Р.С. Інтенсифікація процесів перенесення в теплообмінниках з вторинними випромінювачами……. 24

Sagan V.V., Krivchikov A.I., Konstantinov V.A. Effect of graphene oxide impurity on the thermal conductivity behavior of ABS polymer……... 24

Горбатенко Ю.В., Кривчіков О.І., Романцова О.О., Королюк О.О. Аналіз температурних залежностей теплопровідності речовин зі складною структурою……. 26

Секція №2 Відновлювальні та альтернативні джерела енергії…….. 27
Жовмір М.М. Кластерний аналіз гранулометричного складу пеллет……... 27
Клюс В.П. Термічна переробка радіоактивно забрудненої деревини…… 28
Клюс В.П., Омаров І.С., Цивенкова Н.М. Дослідження процесу фільтраційного горіння біомаси……... 29
Трибой О.В. Біоенергетичний потенціал порушених та забруднених земель для виробництва сировини для чистих біопалив за рахунок вирощування багаторічних енергетичних рослин…… 30
Чмель В.М., **Новікова І.П.**Спалювання дрібно фракційної біомаси в режимі самозаймання у вихровому потоці…….. 31
Басок Б.І., **Давиденко Б.В.**, **Новіков В.Г.**, **Гончарук С.М.**, **Лисенко О.М.**, **Веремійчук Г.М.** Чисельна модель перенесення теплоти і маси при горінні рослинних пелет……... 32
Басок Б.І., Веремійчук Г.М. Аеродинаміка та теплообмін при спалюванні агропелет в котлах побутових споживачів…… 33
Рохман Б.Б., Клюс В.П., Четверик Г.О. Чисельні дослідження парокисневої газифікації лігніну…….. 34
Кобзар С.Г., Гапонич Л.С. Дослідження процесу сумісного спалювання SRF з природним газом в топці котла КВГМ 20……... 35
Снєжкін Ю.Ф., Корінчевська Т.В., **Михайлик В.А., Воробйов Л.Й.** Теплофізичні дослідження горючих компонентів ТПВ з метою створення RDF-палива…… 36
Михайлик В.А., **Корінчевська Т.В.** Використання ТПВ в енергетичному секторі…… 37
Сухенко В.Ю., Авдєєва Л.Ю. Інтенсифікація процесу переестерифікації при виробництві дизельних біопалив…… 38
Сухенко В.Ю., Авдєєва Л.Ю. Нормативно-технічне регулювання розвитку виробництва рідких біопалив в Україні……. 39
Мироненко В.Г., Веремейчик Н.В. Можливості автономного електроенергетичного забезпечення агропромислового господарства……... 40
Басок Б.І., Базєєв Є.Т. Воднева енергетика і не тільки: “pro” і “contra”……. 41
Любименко О.М. Дегазація водню з паливних елементів…….. 42
Ніжник Н.А., **Сігал О.І.** Спосіб використання водню як альтернативного енергоресурсу на існуючому котельному обладнанні…….. 43
Уланов М.М. Економічна доцільність великомасштабного виробництва низьковуглецевого водню біля існуючих блоків АЕС…….. 44
Бошков Л.З., Волгушева Н.В. До теплового розрахунку плоского сонячного колектора-водонагрівача……. 45
Петраш В.Д., Баришев В.П., Вдосконалення місцевого теплопостачання на основі трансформації теплоти зворотного енергоносія, холодної води та продуктів згорання……. 46
Бистров Д.Л., Сенецький О.В. Визначення сумарних втрат потужності у трифазній системі електропостачання альтернативних джерел генерації електричної енергії…… 47
Лисенко О.М., Гончарук С.М., Божко І.К., Опришко В.П., Мороз М.В. Забезпечення енергоефективного опалення приміщень в кризових умовах….. 48
Павлюк Н.Ю. Впровадження установок спалювання залишкових побутових відходів в ЄС та перспективи України……... 49

***Секція №3 Енергоефективні теплотехнології, обладнання та процеси сушіння*……... 50**

Снєжкін Ю.Ф., Гусарова О.В. Особливості конвективного низькотемпературного сушіння групи пряно-ароматичних коренеплодів…….. 50

Петрова Ж.О., Слободянюк К.С., Граков О.П. Вплив температури теплоносія на кінетику конвективного сушіння ягід лохини…… 51

Petrova Zhanna Energy-efficient preparation of betanine-containing raw materials for drying……... 52

Петров А.І., Новікова Ю.П. Дослідження впливу температури теплоносія на тривалість сушіння композитної сировини на основі твердих залишків торфу……. 53

Новікова Ю.П., Петров А.І. Дослідження впливу температури теплоносія на тривалість сушіння композитної сировини на основі застарілих мулових відкладень…….. 54

Пазюк В.М., Вишнєвський В.М., Вишнєвська Т.А. Дослідження сушіння амілопектинової кукурудзи при сушінні на конвективному сушильному стенді……... 55

Самойленко К.М., Пазюк В.М. Енергоефективність в процесах сушіння при переробці колоїдних капілярно-пористих матеріалів біологічної природи 56

Котов Б., Калініченко Р.А., Степаненко С. Моделювання процесу охолодження зерна в бункерах з радіальною подачею повітря……. 57

Степаненко С.П., Швидя В.О. Дослідження впливу вакууму на теплові витрати при сушінні зернових матеріалів…….. 59

Капауз К.О., Бошкова І.Л. Комбінована мікрохвильова сушка зерна……. 60

Авдєєва Л.Ю., Декуша Г.В., Турчина Т.Я., Костянець Л.О. Використання різних способів сушіння в технологіях сухих грибних концентратів……. 61

Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А. Екстрагування рослинної сировини в кавітаційному змішувачі статичного типу……... 62

Турчина Т.Я., Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А, Костянець Л.О. Кінетика сушіння крапель розчинів сироваткового білку як структуроутворюючого компоненту для фруктово- і ягідно-білкових композицій……... 63

Кремньов В.О., Тимощенко А.В., Бєляєва І.П., Корбут Н.С., Стецюк В.Г. Текстильні і штапельні базальтові волокна – основа матеріалів подвійного призначення перспективних при повоєнній відбудові……. 64

Кремньов В.О., Тимощенко А.В., Бєляєв Г.В., Шпільберг Л.Ю., Жуков К.Л. Інноваційні розробки – складові системної інтенсифікації теплотехнологічних процесів виробництва теплоізоляційних матеріалів і виробів на основі базальтових волокон…….. 65

Сорока Б.С., Кремньов В.О., Тимощенко А.В. Сучасні тенденції удосконалення високотемпературних печей плавлення неметалевих матеріалів (на прикладі печей базальтового виробництва)……... 66

Liashenko A. The domestic development and implementation of drying plants for organic waste processing…… 67

Makeev A.V., Burova Z.A., Ivanov S.O. Calorimetric methods for studying the biological origin substances……... 68

Кшевецький О.С. Експериментальне дослідження впливу взаємного розташування теплообмінників та термоелектричного модуля на процес тепломасообміну за участю рухомого повітря…… 69
Скляренко Є.В. Підвищення ефективності оберненого способу газифікації... 70
Тимощенко А.В., Кремньов В.О., Бєляєв Г.В., Шпільберг Л.Ю., Жуков К.Л. Інноваційні розробки – складові системної інтенсифікації теплотехнологічних процесів виробництва базальтових волокон…… 71
Тимощенко А.В., Кремньов В.О., Бєляєва І.П., Корбут Н.С., Стецюк В.Г. Інноваційний дослідно-промисловий тепломасообмінник–утилізатор…….. 72
Басок Б.І., Павленко А.М., Грабова Т.Л. Особливості трансформації пористої структури в технологіях отримання ксерогелів……..….. 73
Грабова Т.Л., Базєєв Р.Є., Посунько Д.В. Створення динамічного стану дисперсних систем з консистентним середовищем…….. 74
Сидоренко В.В. Застосування термо-механо-хімічної обробки для делігніфікації соломи пшеничної……... 75
Трошенькін Б.О., Кравченко О.В., Трошенькін В.Б Вдосконалення процесу отримання водню з використанням борогідриду натрію…… 76
Radchenko N., Tselen B., Nedbaylo A., Shulyak V. Ways to increase the efficiency of mini-lines for the production of multicomponent plant mixtures……... 77
Недбайло А.Є., Іваницький Г.К., Целень Б.Я., Радченко Н.Л. Дослідження дегазації рідини в умовах кавітації в залежності від режимів обробки……. 78
Pereiaslavtsev O., Pereiaslavtseva O. Increase of air-lift apparatus hydrodynamic work intensity……. 79
Кравченко Є.О., Георгієш К.В. Нагрівання порошків для технічної кераміки із застосуванням енергії мікрохвильового поля……... 80
Снєжкін Ю.Ф., Дабіжа Н.О. Дослідження сорбційних властивостей матеріалів рослинного походження для визначення оптимальних параметрів низькотемпературного сушіння…….. 81
Снєжкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Дабіжа Н.О., Базєєв Р.Є., Малащук Н.С. Рекуперативний полімерний теплообмінник для теплонасосної сушарки…… 82
Ободович О.М., Булій Ю.В., Енергоефективна технологія ректифікованого етилового спирту…….. 83
Ободович О.М., Сидоренко В.В., Булій Ю.В. Застосування дискретно-імпульсного введення енергії для очищення стічних вод теплоелектростанцій (ТЕС)……... 84
Секція 4 Комунальна і промислова енергетика …… 85
Кобзар С.Г., Халатов А.А. Підвищенні екологічності котла ТПП 312, шляхом створення концепції низькоемісійного пальника на базі штатного……. 85
Фіалко Н.М., Степанова А.І., Новаківський М.О., Шевчук С.І. Порівняльний аналіз ексергетичних втрат в елементах комбінованої теплоутилізиційної системи котельної установки…….. 86
Фіалко Н.М., Степанова А.І., Сбродова Г.О., Шевчук С.І. Дослідження ексергетичної ефективності теплоутилізаційних систем різного призначення для котельних установок……. 87
Навродська Р.О., Фіалко Н.М., Шевчук С.І., Абдулін М.З. Тепловологісні режими експлуатації повітропідвідних трактів котельних установок з рециркуляцією димових газів…… 88

Навродська Р.О., **Фіалко Н.М., Шевчук С.І., Гнєдаш Г.О.** Поліпшення екологічності скловарних печей з повітрогрійними теплоутилізаторами…….. 89
Фіалко Н.М., Тимченко М.П. Централізоване теплопостачання і стратегія міжгалузевого сполучення…….. 90
Фіалко Н.М., Меранова Н.О., Шеренковський Ю.В., Альошко С.О., **Рокитько К.В., Кліщ А.В., Абдулін М.З., Малецька О.Є., Сороковий Р.Я.** Структура течії і сумішоутворення палива і окиснювача в пальниках з трьохрядною паливоподачею при різних значеннях коефіцієнта надлишку повітря…… 91
Фіалко Н.М., Меранова Н.О., Прокопов В.Г., Шеренковський Ю.В., Альошко С.О., **Полозенко Н.П., Абдулін М.З., Ольховська Н.М.** Раціональні конструктивні параметри многорядної системи паливоподачі у мікрофакельних пальникових пристроях…… 92
Шевчук С.І., **Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Гнєдаш Г.О.** Покращення екологічного стану скловарних підприємств у разі застосування водогрійних теплоутилізаторів печей…….. 93
Шевчук С.І., **Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Сбродова Г.О.** Підвищення енергетичної ефективноті сміттєспалювальних установок шляхом утилізації скидної теплоти…… 94
Шевчук С.І., **Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Сергієнко Р.В.** Підвищення ефективності опалювальних котельних установок з рециркуляцією димових газів…… 95
Фіалко Н.М., Меранова Н.О., Шеренковський Ю.В., Прокопов В.Г., Альошко С.О., Полозенко Н.П., Юрчук В.Л., Абдулін М.З., Кутняк О.М., Чехаровська М.І. Вплив номеру ряду струменевої паливоподачі на аеродинаміку і сумішоутворення в пальниках стабілізаторного типу……... 96
Зайцева О.О., Чередниченко С. В., Бичок О. В., Ісхакова О. Б. Температурні вимірювання в сфері зберігання та транспортування лікарських засобів 97
Бганцев В.М. Поліпшення екологічних показників енергоустановки на базі паливних елементів шляхом використаннядопоміжного ДВЗ…… 98
Шубенко О.Л., **Бабак М. Ю.**, **Сенецький О.В.** Вдосконалення програмного комплексу розрахунку теплових схем парових турбін шляхом внесення моделі абсорбційного теплового насосу з паровим обігрівом……. 99
Фалько В.Ю. Перспективи накопичення та транспортування мобілізованої теплової енергії……. 100
Демченко В.Г. Дослідження моделі застосовування теплових акумуляторів для забезпечення сталого теплопостачання окремих об’єктів……. 100
Москаленко А.А., Проценко Л.М., Разумцева О.В. Порівняння температури та швидкості охолодження стандартного термозонда у зразках нового мінерального мастила Н 340 та мастил, що відпрацювали у технологічних гартувальних комплексах…….. 101
Басок Б.І., Дубовський С.В., Пастушенко Е.П., Бабін М.Є. Ефективність активної утилізація теплоти димових газів котлів на альтернативних видах палива…… 102
Звягінцев В.Л., Івченко О.В. Розрахунок теплового балансу відпущеної теплової енергії джерела у системі центрального теплопостачання……... 103
Сігал О.І. Пріоритети розвитку енергокомплексів міст України у військовий період……. 104

Ніжник Н.А., Сігал О.І. Деякі технічні рішення, що включені до схем теплопостачання міст України…….. 105
Бикоріз Є.Й. Визначення вихідних параметрів роботи опалювальних котлів в україні для уніфікації розробки апаратів утилізації теплоти…… 106
Лазорко П. Оцінка ефективності використання полімерних попередньоізольованих труб в порівнянні з традиційними металевими ізольованими трубами в системах теплопостачання та гарячого водопостачання України…….. 108
Секція №5 Енергоефективність будівель, контроль та автоматизація об'єктів……. 109
Круковський П.Г., **Дробік О.В., Метель М.О.** Сучасні методи моделювання фізичного стану будівель (на прикладі Нового безпечного Конфанменту ЧАЕС)…… 109
Іванов С.О., Воробйов Л.Й., Декуша Л.В. Застосування тепломірів для визначення теплопровідності рідин та речовин з фазовим переходом…….. 110
Басок Б.І. Науково-технічні основи створення інноваційних віконних конструкцій……... 111
Грабова Т.Л., Чалаєв Д.М., Базєєв Р.Є., Ковальов В.І., Гончаров П.В., Гончарова О.М. Підвищення ефективності технології плазмовокаталітичного очищення повітря…… 113
Фриз М.Є., **Ковтун С.І., Щербак Л.М.** Комп'ютерне моделювання стохастичних процесів у задачах моніторингу стану об'єктів енергетики……... 114
Коник А.В. Автоматична система контролю мобільного теплового акумулятора МТА-0,5МВт…… 115
Давиденко Б.В., **Новіков В.Г**, **Гончарук С.М., Бєляєва Т.Г., Хибина М.А.** Підвищення теплоізоляційних характеристик світлопрозорих конструкцій шляхом застосування здвоєних двокамерних склопакетів…….. 116
Новіков В.Г., Гончарук С.М., Павленко А.М., Лисенко О.М. Дослідження опору теплопередачі склопакетів, міжскляний простір яких заповнено пористим аерогелем……. 117
Басок Б.І., Новіцька М.П. Валідація програмного забезпечення OPENFOAM на прикладі розрахунку руху природньої конвекції повітря в високій порожнині під впливом різниці температур…… 118
Скляренко Д.І., Дядюшко Є.В. Динаміка розповсюдження радіаційного пилу в середині та за межі Нового Безпечного Конфайнменту ЧАЕС при обвалені будівельних конструкцій Об'єкта «Укриття»……... 119
Волошина І.В. Розгляд можливості автоматизації роботи установки з переробки сміття піролізом……. 120
Недбайло О.М., Басок Б.І., Божко І.К., Мартенюк В.О. Спрощена методика визначення термічного опору будівельних склопакетів…….. 122
Дубовський С.В., Бабін М.Є. Енергоекономічний підхід до комплексної оцінки енергоефективних вікон…….. 123
Гончарук С.М., Кужель Л.М., Лисенко О.М., Опришко В.П., Веремійчук Ю.А. Експериментальні дослідження теплового опору віконних профілів різного типу……... 124
Смольченко Д.А. Термогазодинамічний та радіаційний стан будівлі НБК ЧАЕС при пожежі……. 125
Дядюшко Є.В., Смольченко Д.А. Методика CFD-моделювання тепломасопереносу крізь полупроникні стінки будівельних конструкцій……... 126

Дейнеко А.І., Фролов Г.О., Гаврилко Є.В. Приладне забезпечення контролю і керування заданим фізичним станом будівлі НБК ЧАЕС…… 127
Басок Б.І., Гончарук С.М., Давиденко Б.В., Кошлак Г.В., Смачелюк С.В. Використання віконних конструкцій з електронагрівом як додаткової системи опалення будівель……... 128
Басок Б.І., Бєляєва Т.Г., Хибина М.А. Екологічне (зелене) будівництво…... 129
Басок Б.І., Бєляєва Т.Г., Хибина М.А. Ефективні будівлі Білла Гейтса……. 131
Басок Б.І., **Гончарук С.М., Мороз М.В.** Експериментальні дослідження теплопередачі через стінові огороджувальні конструкції……... 132
Басок Б.І., Новіков В.Г., Гончарук С.М., Данішевський А.С. Вплив висотності, орієнтації, форми будівлі та зовнішніх кліматичних факторів на коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції….. 133

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИКИ НА «ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ»

Снєжкін Юрій Федорович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Що таке «парниковий ефект»? Він обумовлений наявністю в приземному шарі атмосфери (це частина шару атмосфери, яка знаходиться в кількох десятків метрів від поверхні землі) багатоатомних газів (парів H_2O, CO_2, CH_4), непроникних до теплового випромінювання. Таким чином «парниковий ефект» це підвищення температури низинних шарів земної атмосфери.

Так відносна кількість водяної пари (ВП) в атмосфері землі біля 0,3%. Наступний по значенню парниковий газ це діоксид вуглецю (CO_2) з відносною кількістю біля 0,03%. Відносна кількість всіх інших парникових газів (ПГ) не перевищує 3 х 10^{-4} % [1].

В наш час «парниковий ефект» в середньому до 78% обумовлений водяними парами і тільки 22 % вуглекислим та іншими газами [2].

Спалення органічного палива забезпечує викиди в атмосферу біля 6 млрд. т ВП на рік. Щорічно з поверхні Землі випаровується 450 тис. км^3 води, або 450 х 10^{12} т. таким чином, антропогенний вплив енергетики складає біля 1/700 природного випаровування, чи біля 0,1% [3].

Шляхом нескладних розрахунків підраховано викиди ВП на наших ТЕС і АЕС. Відомо, що в Україні до війни було 15 ТЕС, з яких 13 працювали на вугіллі, а 3 на вугіллі або на газу. За статистичними даними працюючі в 2015 р. ТЕС мали встановлену потужність 25,5 ГВт і вони виробили 58 млрд кВт/год електроенергії. В той же період в Україні працювало 4 АЕС (15 ядерних реакторів) встановлена потужність яких 13,8 ГВт, але вони виробили 88 млрд кВт/год електроенергії [4]. Для відводу «викидного тепла» на ТЕС і АЕС використовують воду в градирнях. При цьому відбувається значне випаровування води, пари якої надходять в атмосферу. В результаті від ТЕС працюючих на вугіллі за рік в атмосферу надходить понад 170 млрд т ВП. Від ТЕС працюючих на газу цей показник менше, всього біля 10 млрд т ВП. А найбільший показник від працюючих АЕС – біля 500 млрд т ВП. В результаті, враховуючи ще викиди ВП при спалюванні палива на ТЕС, котельних, а також викидів ВП при сушінні різних матеріалів, в оточуюче середовище в Україні щорічно надходить понад 0,6 млрд тон ВП. В теперішній час враховуючи бойові дії в нашій країні в результаті яких зруйновано частину ТЕС, а Запорізька АЕС не працює, цей показник менше, але все одно він значний.

Таким чином ігноруючи вклад водяної пари в кількість ПГ в атмосфері землі при виробництві електроенергії на ТЕС і АЕС, а також при спалюванні палива на ТЕС, котельнях та випаровування в процесах сушіння, означає ігнорування ролі антропогенного впливу таких виробництв на

«парниковий ефект».

Проведення моніторингу антропогенних викидів в атмосферу газів, які мають парниковий вплив на атмосферу землі, яка базується на врахуванні використання паливно-енергетичних ресурсів в енергетиці, але не враховує антропогенні викиди ВП, не є достатньо ефективною з позиції оцінки глобальної зміни клімату.

Література

1. Данілов-Даніляк В.І., Лосєв К.С. Екологічні визови і сталий розвиток.- М.: Прогрес-Традиція, 2000.
2. Флінт Р.Ф. Історія землі. М.: Прогрес, 1978.
3. Сігал О.І. Новоенергетика, та як до неї дожити//Збірник праць «Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики»/Інститут промислової екології.- К: ІВЦ Алкон НАН України, 2022,-с.9-18
4. Дячук О. Чепельов М. та інші. Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року.-Київ.: Арт книга.2017.

КЛІМАТИЧНА ЗАГРОЗА В УМОВАХ СУЧАСНОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Фіалко Наталія Михайлівна, Тимченко М.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст, 2А, м. Київ, тел./факс. (044)456-91-71, nmfialko@ukr.net

Запобігання небезпеці кліматичної загрози (КлЗ) є ключовою проблемою забезпечення умов життєстійкого розвитку та існування країн як глобальної Півночі, так і Півдня. Постановка і вирішення відповідних завдань кліматичної безпеки (КлБ) визначаються потребами сталого функціонування екологічних систем від масштабів біосфери, біомів, біот до нижчих ієрархічних рівнів.

Метою роботи є аналіз стану глобальної кліматичної системи Землі (КСЗ) та оцінка варіантів кліматичної загрози і напрямів реагування на неї.

Результати. В контексті запобігання небезпеці КлЗ здійснено аналіз матеріалів шести наявних Оціночних доповідей Міжнародної групи експертів зі зміни клімату, інших робіт із суміжних питань енергетичної, екологічної, економічної безпеки тощо. Результати аналізу свідчать, що глобальна КСЗ, як і різнорівневі екологічні системи земної біосфери, їх функціональні одиниці та найбільш значимі кліматичні і/або екологічні змінні наблизилися до передкритичних станів («помаранчевого рівня небезпеки»). При цьому деградація значень індикаторів та параметрів КСЗ, а також «когерентних» (співвіднесених) екосистем, наближається до показників голоценового кліматичного оптимуму. До того ж на відміну від зміни палеокліматів, сучасні зміни відбуваються прискореними темпами із швидким зростанням масштабів і глибин негативності наслідків.

Запропонована трилема, вузлами якої є «КлБ», «Енергетична безпека» та «Соціально (еколого)-економічна безпека». Розглянуто особливості

даної трилеми за умов сучасного глобального потепління.

Розглядаються рамки існування прийнятної КСЗ. Зазначається, що у першому наближенні (без залучення кліматичних моделей) ці рамки можна вважати обмеженими зверху температурою атлантичного оптимуму, а знизу – температурами гляціальних подій згідно гіпотез М. Міланковича. Вказані температури визначають умови, напрями і темпи еволюції КСЗ. При цьому символом глобальної кліматичної загрози є відома «хокейна ключка» М. Манна – «Графік зміни аномалії середньої температури поверхні Землі за останні 2,022 тис. років».

Проведено оцінку рівнів кліматичних загроз в умовах сучасного глобального потепління та аналіз основних тенденцій їх запобіганню.

Висновок. Виконано аналіз стану та найбільш загрозливих змін КСЗ. Розглянуто напрями пом'якшення їх наслідків та адаптації систем життєзабезпечення до загроз, зумовлених поточним глобальним потеплінням.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ УКРАЇНИ

Басок Борис Іванович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

В доповіді відображено декілька основних блоків глобального змісту.

1. В світі на енергопотреби промисловості, транспорту і сфери будівель в середньому (2021 р., МЕА) витрачається по 28,9% енергії від загального балансу. В Україні на енергоспоживання у будівлях і спорудах припадає близько 40% кінцевої енергії, зокрема 31,7% - на сектор житлових будинків (Мінрегіон України). Це найбільш енерговитратний сектор економіки країни, тому до нього потрібно найбільше уваги і зусиль, адже саме тут великий потенціал енергозбереження і енергоефективності.

2. Потрібно позитивно оцінити зусилля центральної влади останнього часу стосовно належного стану законодавства в сфері будівель, адже прийнята низка законів по енергопідтримці цієї гулузі. Однак нормативно-техніч-не наповнення цих законів і інновації технологічного розвитку сфери, в яких активну участь повинна брати відомча, академічна і вузівська наука, суттєво відстають. Наприклад, класифікація будівель по енергоефективності не відповідає термінології ЄС по класам питомого енергоспоживання (хоча це зовсім не енергоефективність), а застосовуються показники термічного опору фасадів. Відсутнє чітке і зрозуміле визначення будівлі із майже нульовим споживанням енергії.

3. Наразі розроблено проект довгострокової стратегії термомодернізації будівель до 2050 року, а також прийнята державна цільова програма підтримки термомодернізації до 2030 року. Розроблено операційний план заходів виконання завдань першого періоду «Перший середньостроковий план термомодернізації будівель до 2027 року», реалізуються точкові про-

єти відновлення будівель, пошкоджених або зруйнованих під час бойових дій і невмотивованих бомбардувань.

4. В фундаментальній теплофізичній інженерії будівля вважається енергетичним об'єктом довготривалого життєвого циклу (оцінково 100 років і більше); потенційним енергорегулятором ОЕС, енерговиробником і енергоакумулятором; мікрооб'єктом енергетичної безпеки, енергонезалежності, енергостійкості і підвищеної живучості в екстремальних умовах; будівля є елементом розосереджених, автономних чи індивідуальних енергосистем мікрокліматизації. Інноваційні інженерні системи енергоресурсозабезпечення бажано реалізовувати на ВДЕ.

5. Найбільш слабким місцем в будівлі є віконні конструкції, через відбуваються найбільші питомі тепловтрати. Саме тому ІТТФ НАН України започаткував проект Національного фонду досліджень за темою «Аеродинаміка, теплообмін та інновації для підвищення енергоефективності віконних конструкцій і їх використання для відбудови пошкоджених війною будівель України».

6. Необхідно розвивати «інтелектуальні», «розумні» будівлі, мікрорайони і цілі міста з відповідною енергетичною інфраструктурою, інформаційними і охоронними системи і належним мікрокліматом життєдіяльності. Це сучасний світовий тренд реалізації енергоефективності і сприяння зменшенню потепління клімату.

БОЙОВІ МАЛОРОЗМІРНІ БЕЗПІЛОТНІ АПАРАТИ (МБПЛА) НА БАЗІ МІНІ-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ ТЯГОЮ 10-90 КГС ЗІ ЗМЕНШЕНОЮ «ПОМІТНІСТЮ»: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ

Халатов Артем Артемович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У доповіді представлено сучасний стан проблеми та аналізуються основні результати досліджень, що виконані в ІТТФ НАН України в галузі малорозмірних безпілотних апаратів (МБПЛА) військового призначення з реактивною тягою. Робота спрямована на створення високошвидкісних, маневрених і малопомітних безпілотників, які мають високу бойову «живучість».

Вступна частина аналізує досвід бойових дій у Сирії, Лівії, Нагірному Карабаху та Україні, який показав важливу роль безпілотних апаратів у сучасній війні за рахунок тісної взаємодії з артилерією, авіацією та космічними системами спостереження. Показано, що у воєнному протистоянні найбільшого поширення набули малорозмірні апарати малого та середнього класу з тягою двигуна від 10 до 90 кгс (корисне навантаження до 37 кг). Більшість з них базується на пропелерній тязі, вони мають невисоку швидкість руху (до 200 км/год) і досить легко вражаються протиповітряними силами (до 90%). Наведено характеристики безпілотних апаратів «Shahed-

136» і «Ланцет-3», що широко використовуються в Україні.

В даний час великий інтерес становлять високошвидкісні (до 900 км/год) і маневрені малорозмірні апарати на реактивній тязі, що мають знижену «помітність» у радіолокаційному та інфрачервоному діапазоні хвиль. Особливо ефективні такі апарати під час групового використання. Як показує аналіз, сучасний ринок турбореактивних міні-двигунів є досить значним і дозволяє створювати широку номенклатуру МБПЛА різного призначення. Виконано аналіз МБПЛА реактивного типу, які виробляються в Україні та за кордоном.

Представлено концепцію малорозмірного реактивного МБПЛА з тягою двигуна від 10 до 90 кгс, що розглядається в ІТТФ НАН України. Наведено статистичний аналіз безпілотників - прототипів, запропоновані основні залежності для визначення корисного навантаження, запасу палива, злітної маси апарату. З урахуванням висотно-швидкісних та динамічних характеристик визначено режими польоту, висота та дальність польоту, передбачуване компонування апарату, сформульовано оперативно-тактичні та тактико-технічні характеристики. Проаналізовано основні заходи, що спрямовані на зниження радіолокаційної та теплової «помітності» МБПЛА, та визначена доцільність їх застосування. Розглянуто оригінальний метод форсування тяги двигуна та зниження теплової «помітності» без додаткової витрати палива, який заснований на імпульсно-резонансному впливі на високотемпературний струмінь двигуна. Аналізується програма робіт ІТТФ НАН України у цьому напрямі.

Наостанок розглянуто перспективи розвитку реактивних МБПЛА. У найближчій перспективі великий інтерес представляють МБПЛА зі штучним інтелектом, питання зниження теплової помітності та аеродинамічного опору апарату, застосування більш економічних детонаційних двигунів з надзвуковим горінням палива. У більш далекій перспективі значний інтерес будуть представляти МБПЛА з надзвуковою та гіперзвуковою швидкістю руху. Однак для цього необхідно вирішити низку проблем у галузі аеротермодинаміки, систем теплового захисту, теорії горіння, мікро- та оптоелектроніки, навігації та інших наук.

ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ε-NTU МЕТОДІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СУХИХ ГРАДИРЕНЬ

Халатов А.А., Борисов Ігор Іванович

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, 03057 м. Київ, Україна,
e-mail: artem.khalatov1942@gmail.com, borisov010@gmail.com

Мета роботи – застосування двох різновидів модифікованого ε-NTU методу для розрахунку сухої градирні, і порівняння результатів, отриманих за допомогою цього методу, з результатами розрахунків, які базуються на застосуванні середньологарифмічної різниці концентрацій водяної пари, ентальпій і температур.

Результати. Проведено адаптацію двох модифікованих ε-NTU методів, розроблених для непрямих випарних теплообмінників «повітря–повітря», для розрахунку тепломасообміну в сухих градирнях. Ці методи використовують аналогію тепломасообміну та лінеаризацію прямих та зворотних залежностей ентальпії вологого повітря від температури мокрого термометра. Результати розрахунку, отримані за допомогою модифікованих ε-NTU методів порівнювались з даними, отриманими традиційним методом, з використанням середньологарифмічної різниці температур та концентрацій пари в повітрі. Порівняння проводилось по ефективності теплообміну по температурі мокрого термометра, яка є граничною для температури робочої води на виході із даного типу тепломасообмінного апарату.

Висновки. Розрахунки показали, що обидва модифіковані ε-NTU методи дають практично ідентичні результати, можливу невідповідність можна віднести до неточності лінеаризації. Ці дані також практично повністю відповідають даним, що базуються на застосуванні середньологарифмічної різниці параметрів потоку та емпіричних залежностей коефіцієнтів тепло- і масообміну. Невелика розбіжність (до 7%) має місце при малій витраті робочої води.

ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОЇ ТУРБУЛЕНТНОСТІ НА ПЛІВКОВЕ ОХОЛОДЖЕННЯ З ОДНОРЯДНОЮ ПОДАЧЕЮ ОХОЛОДЖУВАЧА В ТРИКУТНІ ЗАГЛИБЛЕННЯ

Доник Т.В.[1,2], Ступак О.С.[1], Ланьков Богдан Сергійович[2]

1 – Інститут технічної теплофізикі НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ
2 – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна

Плівкове охолодження з подачею охолоджувача в дискретні отвори є основним способом зовнішнього охолодження лопаток високотемпературних газових турбін. Розвиток газотурбобудування спрямований на підви-

щення ефективності газових турбін, який призводить до підвищення температури робочого тіла та витрати охолоджувача. Підвищення останнього не може призводити до суттєвих аеродинамічних та термодинамічних втрат від змішування основного потоку та охолоджувача, які можуть перевищити позитивний ефект охолодження лопаток. Тому пошук інноваційних схем плівкового охолодження, які характеризуються високою охолоджуючою здатністю та прийнятною витратою охолоджувача та відносно невисокою вартістю виготовлення є важливим напрямком сучасного газотурбобудування.

В роботі виконано комп'ютерне моделювання ефективності плівкового охолодження однорядної схеми плівкового охолодження при подачі охолоджувача через отвори в трикутні заглиблення з виїмкою на передній стінці, з використанням комерційного пакету ANSYS CFX 14.

Дослідження проведені при наступних граничних умовах: температура та швидкість основного потоку становили 30°C та 35 м/с відповідно; для охолоджуючого потоку температура становила 90°C; параметр вдуву дорівнював 1,0. Геометричні параметри трикутного заглиблення: діаметр отворів становить d=0,8 мм, висота – 0,5 мм, довжина передньої стінки трикутника складала 2d з виїмкою посередині довжиною d; поперечний крок між отворами – 2,4 мм, кут нахилу до плаского поверхні – 30°.

Як показали результати розрахунку на пласкій поверхні із заглибленнями трикутної форми з виїмкою на передній стінці охолоджуючий потік рівномірно та симетрично розподіляється по поверхні з незначними піками ефективності за отворами видуву охолоджувача. Зі збільшенням зовнішньої турбулентності від 1% до 10% спостерігається зниження середньої по ширині ефективності плівкового охолодження до 14%.

МОДЕЛЬ ЛОРЕНЦА ДЛЯ ПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩ В ГАЗІ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА

Ковецька Юліана Юріївна, Коваленко В.М., Філіппова О.В., Скіцько О.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел.(044)-543-28-93, e-mail: Kovetskajulia@ukr.net

Конвективна нестійкість Релея – Бенара широко досліджена щодо різноманітних умов у лінійному наближенні. Для визначення критеріїв виникнення турбулентності в чистих рідинах в умовах конвекції Лоренц запропонував нелінійний підхід, заснований на визначенні умов, за яких у фазовому просторі нелінійної системи автономних диференціальних рівнянь третього та вище порядків з'являється дивний атрактор. Це є критерієм зародження турбулентного руху.

Мета роботи полягає у побудові моделі Лоренца для пористих середовищ у реальних газах та дослідження на її основі критеріїв нелінійної конвективної нестійкості.

В результаті чисельного рішення отримано критерії монотонної і осцилюючої нестійкості Ra_{cr1} та Ra_{cr2}. Проаналізовано характер залежностей критичних чисел Релею від фізичних властивостей газу, пористості середовища, а також параметрів рівняння стану Ван-дер-Ваальса Wa_a та Wa_b. Наведено результати розрахунків критерію виникнення дивного атрактора у фазовому просторі Ra_{cr3}, що можна інтерпретувати як критерій зародження незатухаючих турбулентних пульсацій. Розрахунки показали, що зменшення перерізу призводить до того, що при взаємодії твердої та рідкої фаз турбулентні пульсації виникають раніше, ніж осцилююча нестійкість до значень числа Da = 1. Далі ефект впливу пористості змінюється та при Da > 0,1 зменшення проникності перешкоджає виникненню турбулентності. Зі зростанням параметра Wa_a стійкість потоку знижується. Збільшення параметра Wa_b призводить до зменшення взаємодії турбулентних молей і течія стабілізується.

Висновок: На основі цієї моделі вивчені процеси нестійкості для газу Ван дер Ваальса в плоскому двовимірному горизонтальному шарі з пористим середовищем. Підхід Лоренца дозволив визначити критерії виникнення вихорів та їх трансформацію. Поєднання газу та пористого середовища має широке технологічне застосування у харчовій, хімічній та інших галузях промисловості, що підтверджує актуальність даного дослідження.

НЕСТАЦІОНАРНИЙ РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНИЙ ТЕПЛООБМІН ПРИ ПЛІВКОВОМУ КИПІННІ РІДИНИ БІЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СТІНЦІ.

Ковецька Маргарита Марківна, Кондратьєва О.О., Гомжина Л.Д.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел.(044) 543-28-93, e-mail: Kovetskamargarita@ukr.net

Дослідження теплообміну при плівковому кипінні рідини актуальні для металургії, енергетики, електроніки. Інтерес до передачі теплоти тепловим випромінюванням при плівковому кипінні рідини на горячей поверхні стимулюється проблемами взаємодії палива з теплоносієм у випадку важкої аварії з розплавленням активної зони ядерних реакторів. В умовах плівкового кипіння рідини на поверхні гарячого твердого тіла або високотемпературного розчину теплове випромінювання може істотно впливати на передачу теплоти через паровий шар до охолоджувальної рідини.

Мета роботи полягає в дослідженні впливу теплового випромінювання на теплообмін при плівковому кипінні рідини біля вертикальної стінці, що нагрівається.

Розглянута нестаціонарна задача миттєвого (вибухового) закипання рідини на горячей поверхні. Щільність теплового потоку на стінці більше критичного значення тому біля стінці утворюється парова плівка товщи-

ною δ. Вплив випромінювання враховується включенням радіаційних членів в рівняння збереження енергії в наближенні оптично товстого середовища. Розглядається два види межових умов на стінці: постійна температура стінки и постійна щільність теплового потоку на стінці. Рішення задачі отримано на основі аналізу симетрії (групи Лі). Визначені профілі температури і коефіцієнти тепловіддачі для різних значень інтенсивності радіаційного теплообміну (числа Старка).

При малих значеннях часу (числа Фур'є) профіль температури в паровій плівки має найбільший прогин. Зі збільшенням часу профіль температури наближається до стаціонарного розподілу. Збільшення числа Старка призводить до збільшення інтенсивності теплообміну, отже до збільшення числа Нуссельта. Показано, що збільшення радіаційного теплового потоку призводить до збільшення часу виходу числа Нуссельта на стаціонарне значення.

Висновок: Отримано рішення нестаціонарної задачі радіаційно-конвективного теплообміну при плівковому кипінні рідини на вертикальній пластині, що обігрівається. Показано, що збільшення радіаційного теплового потоку призводить до збільшення числа Нуссельта та часу виходу процесу теплообміну на стаціонарний режим. Тип межових умов (T_w=const и q_w=const) слабо впливає на характер теплообміну.

ТЕПЛООБМІН В ПЛАСКОМУ МІКРОКАНАЛІ, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ

Дмитренко Наталія Павлівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
вул. М. Капніст 2а, м. Київ 03057, Україна, e-mail: dmytrenkonata1@meta.ua

Аналітично розглядається задача, що зосереджена на визначенні впливу ефектів обертання та ефектів проковзування на теплообмін в пласкому мікроканалі зі стінками, що обертаються.

Досліджується ламінарна нестислива течія з урахуванням постійного теплового потоку на стінці, тому температура стінки лінійно змінюється в напрямку потоку. Розглядатиметься рішення для двох видів граничних умов проковзування (першого та другого порядку).

В результаті аналітичних перетворень отримані вирази для розподілу профілів швидкості потоку, профілів температури та чисел Нуссельта в залежності від швидкості обертання.

Розрахунки показали, посилення швидкості обертання дає деформацію форми профілю швидкості. Правильний параболічний профіль перетворюється на М-подібний. Можна зробити висновок, що при високій швидкості обертання з'являється зворотний потік в центральній області мікроканалу.

Збільшення швидкості обертання спричинює зменшення різниці температур на стінках та в центральний області мікроканалу. Іншими словами,

температурний профіль стає більш рівномірним. Виявлено, що чим більше значення числа Прандтля, тим менший стрибок температури на стінці.

Розрахунок числа Нуссельта в залежності від швидкості обертання при фіксованих постійних значеннях параметра ковзання показав, що зі збільшенням параметра обертання, а саме, обертального числа Рейнольдса до 6 спричиняє інтенсифікацію теплообміну (число Нуссельта збільшується). Подальше збільшення обертального числа Рейнольдса спричиняє незначне (близько 4%) падіння числа такий ефект характерний для великих значень числа Кнудсена (Kn = 0.2), де ефекти ковзання переважають над збільшенням швидкості обертання.

CFD АНАЛІЗ ПОЛІВ В'ЯЗКОСТІ НАДКРИТИЧНОЇ ВОДИ У ВЕРТИКАЛЬНИХ НАГРІВАНИХ КАНАЛАХ

Фіалко Н.М.[1,2], Носовський А.В.[2], Прокопов В.Г.[1], Меранова Н.О.[1], Альошко С.О.[1], Хміль Дмитро Петрович[1], Шараєвський І.Г.[2], Піоро І.Л.[3], Зімін Л.Б.[2], Власенко Т.С.[2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, вул. М. Капніст, 2а, тел. +38(044)456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net
2 - Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Київ, вул. Лисогірська 12,
3 - Faculty of Energy Systems and Nuclear Science University of Ontario Institute of Technology, 2000 Simcoe Str. N., Oshawa ON L1K 7K4 Canada

Водоохолоджувані реакторні установки із надкритичним тиском належать до високоефективних ядерних реакторів четвертого покоління, з якими пов'язана подальша розбудова АЕС.

Теплофізичні властивості надкритичної води як теплоносія в таких реакторах характеризуються різкою і немонотонною залежністю від температури. З огляду на це актуальним є аналіз структури розподілу цих властивостей в робочих каналах активної зони реакторів із надкритичними параметрами. Для проведення такого аналізу все більш широкого застосування набуває комп'ютерне моделювання, як універсальний метод вирішення низки задач реакторної теплофізики.

Метою роботи є встановлення закономірностей зміни в'язкості надкритичної води при висхідній течії у нагріваних вертикальних каналах.

Результати роботи. Одержано дані щодо просторових розподілів кінематичної ν і динамічної μ в'язкості води у круглих каналах при надкритичних тисках. Для визначення вказаних розподілів розв'язуванню підлягала відповідна нелінійна осесиметрична задача змішаної конвекції. CFD моделювання здійснювалось із застосуванням FLUENT коду.

Виконано комп'ютерне моделювання з порівняльного аналізу структури розподілу в'язкості надкритичної води при різних значеннях підведеного до стінки каналу теплового потоку q. Показано, зокрема, що зменшення в'язкості μ надкритичної води вниз за течією є тим значнішим, чим більша величина підведеного теплового потоку q. Встановлено, що

при різних значеннях q кінематична в'язкість ν надкритичної води на початковій ділянці каналу практично не змінюється як за течією, так і по радіусу. Нижче за потоком має місце зростання величини ν, темп якого збільшується. Виявлено, що вищим величинам q відповідає більш суттєве зростання кінематичної в'язкості на вихідній ділянці каналу.

Висновок. На основі CFD моделювання виконано комплекс досліджень з визначення особливостей просторового розподілу динамічної і кінематичної в'язкості надкритичної води в круглих каналах при різних значеннях підведеного до їх стінок теплового потоку.

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ І ЕНЕРГООЩАДНІ СЦЕНАРІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОТРИМАННЯ

Фіалко Н.М.[1], Дінжос Р.В[2]., Меранова Наталія Олегівна[1], Шеренковський Ю.В.[1], Коржик В.Н.[3], Навродська Р.О.[1], Косева Н.[4], Лазаренко М.М.[5], Дашковська І.Л.[1], Кліщ А.В.[1]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, тел. +38(044)456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net
2 - Миколаївський Національний університет ім. В.А. Сухомлинського, м. Миколаїв
3 - Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, м. Київ
4 - Інститут полімерів Болгарської академії наук, м. Софія, Болгарія
5 - Національний університет ім. Т.Г. Шевченка, м. Київ

Мета роботи. Експериментальне дослідження теплофізичних властивостей полімерних композитів «поліпропілен-вуглецеві нанотрубки» та аналіз можливостей реалізації енергоощадного сценарію технології їх одержання шляхом вибору величини одного із найважливіших технологічних параметрів – тривалості змішування компонентів у розплаві полімеру.

Результати роботи. Виконано цикл експериментальних досліджень концентраційних і температурних залежностей теплопровідності, питомої теплоємності та густини композитів на основі поліпропілену, наповненого вуглецевими нанотрубками. Проведено дослідження з визначення величини тривалості змішування τ_p компонентів нанокомпозитів у розплаві полімеру, за яких забезпечується енергоощадна реалізація технології одержання цих матеріалів. Отримано залежність теплопровідності досліджуваних композитів від часу змішування їх компонентів. Встановлено, що чутливість теплопровідності нанокомпозитів до часу змішування їх компонентів знижується зі зменшенням масової частки наповнювача. З використанням отриманої залежності теплопровідності композитів від тривалості змішування їх компонентів визначалася величина τ_p як час змішування, при перевищенні якого зміною теплопровідності матеріалів можна знехтувати. При цьому значенні τ_p забезпечувався високий ступінь рівномірності розподілу наночастинок у полімерній матриці, при якому досягаються близькі до максимальних у даній ситуації теплопровідні властивості досліджува-

них композиційних матеріалів.

Висновки. Встановлено експериментальні залежності теплофізичних характеристик полімерних нанокомпозитів на основі поліпропілену, наповненого вуглецевими нанотрубками, від низки визначальних факторів. На основі отриманих залежностей визначено величини тривалості змішування компонентів у розплаві полімеру, що відповідають енергоощадному сценарію технології їх одержання.

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ЗУСТРІЧНОГО РУХУ ПОТОКІВ У КОАКСІАЛЬНОМУ КАНАЛІ КОНТАКТНОГО АПАРАТА

Фіалко Н.М.[1], Кузьменко Ігор Миколайович[1,2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. М. Капніст, 2а, 03057, м. Київ, тел. +38(044)456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net
2 - Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»,
03056 м. Київ, пр.Берестейський,37, e-mail: ozirno@ukr.net

Метою даної роботи є встановлення закономірностей зустрічної течії плівки рідини і турбулентного потоку повітря у вертикальному коаксіальному каналі та визначення режимів підвисання плівки.

Результати досліджень. Сформульовано математичну модель зустрічного руху плівки води та потоку повітря в турбулентному режимі у вертикальному коаксіальному каналі. Для розв'язування поставленої осесиметричної задачі використовувався комерційний пакет COMSOL MULTIPHYSICS 5.6.

Обчислювальні експерименти на основі запропонованої моделі виконано в широкому діапазоні зміни визначальних параметрів на вході в канал: товщина плівки води δ_{film} = 0,15...0,32 мм; її швидкість W_{film} = 0,075, 0,17, 0,35 м/с за турбулентного режиму руху потоку повітря W_{air} = 3,8 … 5,8 м/с, що відповідає значенням числа Рейнольдса Re_{air} = 5100…7700. Висота коаксіального каналу H = 1,0 м; його діаметри d_1=36,0 мм, d_2=16,0 мм.

За результатами проведених досліджень виконано аналіз різних режимів стікання плівки – як зі зростанням, так і зі зменшенням її швидкості по висоті коаксіального каналу. При цьому особливу увагу приділено дослідженню так званого режиму підвисання плівки, початок якого відповідає переходу до зменшення її швидкості.

Виконано узагальнення результатів комп'ютерного моделювання з отриманням критеріального рівняння для встановлення несприятливого для роботи контактного апарата режиму підвисання плівки.

Висновок. За результатами розв'язання осесиметричної задачі зустрічної течії плівки рідини та турбулентного потоку повітря у коаксіальному каналі досліджено особливості формування різних режимів стікання плівки та одержано результати у формі критеріального рівняння для обрахунку параметрів режиму підвисання плівки, несприятливого для роботи контактних апаратів.

ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ ВОДИ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Недбайло А.Є.

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна, e-mail: ittf_tds@ukr.net

Метою роботи є експериментальне дослідження перебігу процесу вилучення вуглекислоти з конденсату продуктів згоряння природного газу при застосуванні кавітаційних механізмів способу ДІВЕ і аналітичне дослідження зміни газовмісту рідини залежно від радіуса бульбашок і часу їх зростання.

Для аналітичного дослідження використали створені в ІТТФ НАН України універсальні математичні моделі динаміки одиничної парогазової бульбашки і динаміки бульбашкового ансамблю доповнених рівнянням, що описує характер зміни зовнішнього тиску. Для експериментального дослідження використовували кислий конденсат і модельну рідину (розчин CO_2 у дистильованій воді). Експерименти проводили на лабораторному стенді, що складався з двох основних робочих вузлів: роторно-пульсаційного апарата спеціальної конструкції і вакуумної камери.

Отримані результати зміни газовмісту рідини залежно від радіуса зростаючих бульбашок в монодисперсному ансамблі (досліджено бульбашки з початковим радіусом 0,7÷10 мкм при початковій концентрації CO_2 70 мг/л та температурі рідини 25°С) показали, що при всіх значеннях початкового радіуса радіус бульбашок збільшується приблизно в п’ять разів при досягненні критичного газовмісту, що спричиняє до інверсії структури потоку (переходу від рідинно-бульбашкової структури до газокраплинної).

Отримані результати зміни газовмісту рідини від часу зростання бульбашок в монодисперсному ансамблі показали, що дрібні бульбашки з початковим радіусом до 0,6 мкм взагалі не зростають при даному режимі роботи установки. Встановлено, що бульбашки з початковим розміром 0,7÷5 мкм досягають критичного значення газовмісту практично в один і той же проміжок часу (115÷140 мкс) з моменту падіння зовнішнього тиску.

Експериментальні дослідження показали, що основна зміна pH конденсату відбувається протягом 2 хвилин обробки. Виявлено, що після обробки конденсат знаходиться в нестабільному стані і його pH продовжує підвищуватись. Після 7 годин витримки pH конденсату стабілізується на значенні 6,5, що відповідає практично повній відсутності вуглекислоти.

Висновок. Встановлено, що швидкість десорбції діоксиду вуглецю через поверхню краплин конденсату дуже мала у порівнянні зі швидкістю вилучення нерозчиненого вільного діоксиду вуглецю після інверсії потоку в чому й полягає перевага і перспективність запропонованого способу.

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ РОЗЧИНІВ ВОДОРОЗЧИННИХ ПОЛІМЕРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ

Погорєлова Н.Д., Хоменко Марина В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Розчини водорозчинних полімерів, як рідини зі зміненими тепловими характеристиками, можна використовувати для підвищення ефективності систем відновлюваної енергетики, систем накопичування тепла та покращення управління виробництвомтеплової енергії. Динамічна в'язкість є однією з найважливіших характеристик рідин, що впливає на їх теплообмін і характеристики потоку. Ця властивість водорозчинних полімерів залежить від впливу різних елементів, і їх моделювання досить складне. Інтелектуальні методи, з огляду на їх високу продуктивність у моделюванні складних проблем, є привабливим інструментом для обробки результатів досліджень.

Мета. Використання інтелектуальних методів для визначення оптимального складу водорозчинних полімерів з урахуванням динамічної в'язкості розчину з подальшим його застосуванням в системах акумуляції теплоти.

Результати. В лабораторії ПТТ ІТТФ НАН України проводяться комплексні дослідження, які спрямовані на створення теплоакумуляційних рідин на основі водорозчинних полімерів. В процесі обробки отриманих результатів використані два інтелектуальні підходи, включаючи адаптивну нейронечітку систему ANFIS (adaptive networkbased fuzzy inference system) [1] і груповий метод обробки даних GMDH (group methodof data handling) [2]. Серед цих двох методів використання GMDH є кращим з точки зору його більшої точності на основі статистичних критеріїв.

Висновок. Розчини водорозчинних полімерів широко застосовуються в системах відновлюваної енергії, системах накопичення тепла та технологіях чистої енергії для покращення їх продуктивності та надійності функціонування. На динамічну в'язкість як одну з ключових властивостей їх поведінки впливає кілька факторів, і прогнозування її значення може бути складним. Ця робота зосереджена на моделюванні динамічної в’язкості з використанням різних водорозчинних полімерів та води, як базової рідини.

Література

1. Karaboga, D., Kaya, E. Adaptive network basedf uzzy inference system (ANFIS) trainingapproaches: a comprehensivesurvey. ArtifIntellRev 52, 2263–2293 (2019). https://doi.org/10.1007/s10462-017-9610-2
2. Group Methodof Data Handling (GMDH), Version 1.0.0.0 (17.1 KB) byYarpiz / MostaphaHeris, A structured implementation of Group Method of Data Handling (GMDH) in MATLAB

УТОЧНЕНА ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ТЕЧІЇ ПАРИ В ЧАСТИНІ НИЗЬКОГО ТИСКУ ТУРБІН ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ НА МАЛОВИТРАТНИХ РЕЖИМАХ

Шубенко О.Л., Голощапов Володимир Миколайович, Котульська О.В., Парамонова Т.М.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків, тел. (+380) 99 274 75 94, e-mail: kot2017ov@ gmail.com

Метою даного дослідження є аналіз характеристик ступенів ЦНТ, що працюють у парових стаціонарних турбінах великої потужності, та формування фізичних моделей течії робочого середовища (пари) у таких ступенях на маловитратних режимах експлуатації з урахуванням розташування їх в проточній частині.

Результати Фізичну модель руху пари в турбіні доцільно уявити, починаючи з останнього ступеня ЦНТ та вихідного патрубка, в якому розвивається привтулковий відрив. Його формування відбувається при зниженні відносної об'ємної витрати, починаючи з $\overline{Gv}_2$= 0,8, в залежності від кута $\beta_{2к}$ у кореня робочих лопаток. Зниження режиму роботи ступенів ЦНТ турбіни також супроводжується зменшенням швидкості потоку у периферійній зоні та негативним кутом атаки при вході потоку у канали робочого колеса. На увігнутій поверхні профільної частини лопатки формується область відриву, що обертається в міжвінцевому зазорі в окружному напрямку. Зворотна течія з вхідної частини каналів робочого колеса у міжвінцевий зазор може виникнути коли статичний тиск в ній перевищить повний тиск потоку, що виходить з каналів напрямного апарату. Таким чином при маловитратних режимах розвиток вихору, що обертається у міжвінцевому зазорі, перекриває надходження основного потоку пари через канали напрямного апарату, відтісняючи його у привтулкову зону міжвінцевого зазору, а розвиток привтулкового відриву перекриває йому вихід у кореневій області робочих лопаток, направляючи основний потік у радіальному напрямку. Турбулізація потоку обертового вихору призводить до великих незворотних втрат механічної енергії рухомого потоку, які перетворюються на тепло, нагріваючи масу робочої середи вихору та основного потоку усереднені каналів робочої лопатки.

Висновки 1.Аналіз газодинамічної структури потоку та його теплового стану, дозволив уточнити фізичну модель течії пари у ЦНТ при маловитратних режимах.

2. Визначено умови виникнення та розвитку привтулкового відриву та обертового вихору у міжвінцевому зазорі.

3. Проаналізовано зв'язок температурного стану ступеня зі структурою потоку

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНЕСЕННЯ В ТЕПЛООБМІННИКАХ З ВТОРИННИМИ ВИПРОМІНЮВАЧАМИ

Сорока Борис Семенович, Згурський В.О., Карабчиєвська Р.С.

Інститут газу НАН України, м. Київ
тел. (38044) 455–59–98, e-mail: boris.soroka@gmail.com

Мета роботи: підвищення енергоефективності паливовикористовуючої техніки шляхом її комбінування зі Smart теплоутилізаційними пристроями – високотемпературними теплообмінниками з вторинними випромінювачами (SE).

При створенні сучасних теплообмінних апаратів (ТА) відмовляються від використання гладких поверхонь нагрівання, замінюючи такі поверхні (трубчасті, кошикоподібні) на поверхні з виступами різної геометрії: повздовжними, поперечними, спіральними. Зазвичай призначення виступів – турбулізація потоків. В наших дослідженнях призначення поверхневих неоднорідностей – їх використання в якості вторинних випромінювачів енергії: ISE (внутрішніх, всередині каналів) та зовнішніх ESE, між каналами.

В роботі розглядається фрагмент трубчастого радіаційно-конвективного теплообмінника з внутрішніми вставками та міжтрубними пластинами.

Гріючий тепловий агент – потік продуктів згоряння, газові потоки, що гріються в трубах – повітря або водяна пара.

Методами CFD–моделювання проведені систематичні дослідження впливу конструктивних характеристик ТА, наявності вторинних випромінювачів та режимних параметрів: гріючої температури продуктів згоряння (500 – 1000°C), масових теплообмінних потоків з обох сторін теплообмінних поверхонь – на основні параметри рекуператора: температури потоку що гріється, стінок рекуператора, локальні та інтегральні теплові потоки.

Висновки: Встановлено, що внутрішні вторинні випромінювачі, розміщені в трубах, дозволяють суттєво інтенсифікувати теплообмін в ТА: в у мовах варіювання температури гріючих газів до 1000°C вдається збільшити результуючі теплові потоки на 40% і вище у порівнянні з традиційними теплообмінниками, причому для повітряного потоку, ефект перевищує такий у порівнянні з випадком нагрівання водяної пари.

EFFECT OF GRAPHENE OXIDE IMPURITY ON THE THERMAL CONDUCTIVITY BEHAVIOR OF ABS POLYMER

Sagan Volodymyr V., Krivchikov A.I., Konstantinov V.A.

B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of NAS of Ukraine,
47 Nauky Ave., Kharkiv 61103, Ukraine, e-mail: sagan@ilt.kharkov.ua

Polymers and polymer composites are widely used in industry and in our daily life because of their diverse functionality, light weight, low cost, and great chemical stability. Therefore, much attention has always been paid to the study

of their physical and chemical properties in order to obtain polymers with predetermined characteristics.

In recent years, significant efforts have been made to increase the thermal conductivity (κ) of polymers through composition, such as embedding/dispersing high-κ fillers in a polymer base, including metallic, or ceramic particles, carbon nanotubes, and graphene (GP). The above works have shown that the thermal conductivity of polymers can be increased by two orders of magnitude to the same range as most metals, and has prompted interest in understanding and engineering of polymers for new applications, such as heat exchangers and thermally conductive basis for personal electronics. For instance, GP is considered as the most promising filler to improve the TC of composite materials due to its extremely high TC and high surface area.

The aim of this work is an experimental study of temperature dependence of the thermal conductivity of ABS polymer and it composite with graphene oxide.

Graphene oxide reduced at 300°C was selected in this study as the filler for ABS composite. The structure and morphology of the thermally reduced graphene oxide (trGO) were studied in [1]. Thermally reduced graphene oxide was mixed with ABS plastic pellets in a ball mill for 1 hour, after which it was extruded on a screw extruder having a mixing zone at a temperature of 220°C.

The thermal conductivity two types of samples, ABS pure polymer and ABS polymer composite with 0.5%wt of trGO was measured in the wide temperature range from 0.1 to 270 K. The thermal conductivity of both samples, increases sharply at low temperatures, then growth slows down in the temperature range 30-130 K, and rapidly increases again above 130 K. Adding of 0.5% trGO enhanced thermal conductivity of ABS polymer about 1.5 times over the entire temperature range.

Acknowledgment:

This work was supported by the National Research Foundation of Ukraine (Grant № 197/02.2020).

Literature

[1] A.V. Dolbin, N.A. Vinnikov, V.B. Esel'son, et al., *The impact of treating graphene oxide with a pulsed high-frequency discharge on the low-temperature sorption of hydrogen, Fiz. Nizk. Temp.* **46**, 355 (2020) [Low Temp. Phys. **46**, 293 (2020)].

АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ РЕЧОВИН ЗІ СКЛАДНОЮ СТРУКТУРОЮ

Горбатенко Юлія Вікторівна, Кривчіков О.І., Романцова О.О., Королюк О.О.

Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Вєркіна НАН України, пр-т Науки, 47, м. Харків 61103, Україна,
тел.: +38 057 343 1400, e-mail: horbatenko@ilt.kharkov.ua

Теплопровідність матеріалів часто залежить від структури та типу впорядкування атомів в матеріалі. За характером температурних залежностей теплопровідності, їх умовно поділяють на кристалоподібні та склоподібні. Для кристалоподібної поведінки κ(T) характерною ознакою є наявність дзвоно-подібного максимуму теплопровідності в низькотемпературній області, після якого відразу ж спостерігається експоненціальне зменшення теплопровідності зі збільшенням температури, що плавно переходить в обернено-пропорційне зменшення теплопровідності. Зліва від максимуму теплопровідності температурні залежності κ(T) є пропорційними відповідно до різноманітних механізмів розсіяння на дефектах кристалічної ґратки матеріалу. Для невпорядкованих систем (аморфні, орієнтаційно невпорядковані кристали, скло тощо) теплопровідність демонструє склоподібну поведінку: її значення, як правило, низьке – коли температура підвищується від найнижчих температур, спочатку крива κ(T) показує квадратичну залежність від температури (від найнижчих температур і до ≈2 K), потім в діапазоні температур ≈ 5 ÷ 10 K виникає плато теплопровідності, після якого спостерігається зростання κ(T).

На прикладі речовин з клатратною структурою – газових гідратів, термоелектричних клатратів та скутерудитів [1] – проведено аналіз температурних залежностей теплопровідності з кристало- та склоподібною поведінкою κ(T). Показано, що обидва випадки можуть бути описані в рамках узагальненої теорії теплопровідності [2], зокрема, що в будь-якому твердому тілі теплотранспорт здійснюється двома шляхами – квазічастинковий теплоперенос та хвильове тунелювання коливальних збуджень.

Література

1. A.I. Krivchikov, Y.V. Horbatenko, O.A. Korolyuk, O.O. Romantsova, O.O. Kryvchikov, D. Szewczyk, A. Jezowski, *направлена до друку в Acta Materialia*.
2. M. Simoncelli, N. Marzari, F. Mauri. *Nature Physics* 15, No. 8: 809-813 (2019). DOI: https://doi.org/10.1038/s41567-019-0520-x.

Вдячність: Дана робота виконана за підтримки НФДУ в рамках проєкту “Квантове тунелювання коливальних збуджень в теплопровідності кристалічних та аморфних матеріалів і композитів” (реєстр. № 2020.02/0094).

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ПЕЛЛЕТ

Жовмір Микола Михайлович

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Метрологічна, 50, м. Київ, тел./факс. +38-(044)-206-28-09, e-mail: biomassa@ukr.net

Інтенсивність вигорання часток палива залежить від їх розміру та форми. Крім того наявність мілкої фракції у паливі призводить до збільшення втрат через механічну неповноту згорання: втрат з виносом та провалом. Мілкими вважаються частки, що проходять крізь сито з отворами діаметром 3,15 мм. Стандартами встановлено допустимий вміст мілкої фракції залежно від призначення пеллет. Довжину одиночних пеллет, що залишається на ситі з отворами 3,15 мм, вимірюють штангенциркулем. За результатами вимірювань гранулометричний склад пеллет прийнято характеризувати середньою довжиною та вмістом пеллет довжиною менше 10 мм [1]. Гранулометричний склад пеллет також характеризують гістограмами розподілу за інтервалами довжин. У роботі [2] запропоновано визначати еквівалентну довжину одиночних пеллет, тобто довжину пеллети у формі прямокутного циліндра, що має масу рівну масі реальної пеллети.

Метою роботи є кластерний аналіз розподілу пеллет за довжинами.

Результати роботи. Дослідження проводили з використанням промислово вироблених солом'яних пеллет номінальним діаметром 8 мм. Для всіх пеллет наявних у тестовій порції визначали еквівалентну довжину. Кластеризацію пеллет здійснювали модальним методом, який базується на розподілі густини ймовірності пеллет за малими інтервалами довжин пеллет. На графіку розподілу густини ймовірності знаходили згущення ймовірності - локальні максимуми, які приймали за центри тяжіння кластерів. Кожну з пеллет відносили до найближчого центру тяжіння кластера. Для кожного кластера знаходили ймовірність (частість) попадання пеллет в нього, середню довжину пеллет та масову частку пеллет у кластері. За результатами кластерного аналізу будували кластерну гістограму – гістограму розподілу ймовірності P_k, масової частки пеллет M_k, та середньої еквівалентної довжини пеллет $Le_{k,av}$ у виявлених кластерах. У промислових солом'яних пеллетах виявлено 8 кластерів, при цьому найбільша ймовірність 40% часток з середньою довжиною 0,9мм, а найбільша частка за масою 30% у кластері з середньою довжиною пеллет 3,7мм.

Висновки. Завдяки застосуванню кластерного аналізу у характеризуванні гранулометричного складу пеллет перейшли від розподілу за суб'єктивно вибраними інтервалами довжин до розподілу за об'єктивно існуючими кластерами.

Література

1. ISO 17829. Solid biofuels. Determination of length and diameter of pellets. Geneva, ISO, 2015, 4 p.

2. M. Zhovmir. Determination of length of individual pellets and pellets' lengths distribution. Scientific Horizons, 24(6), 24–33, 2021.

ТЕРМІЧНА ПЕРЕРОБКА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ

Клюс Володимир Павлович

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Метрологічна, 50, м. Київ, тел.: +38-(044)-206-2809, e-mail: biomassa@ukr.net

В Україні до цього часу залишається невирішеним питання поводження із радіоактивно забрудненою деревиною Чорнобильської зони відчуження та безумовного (обов'язкового) відселення (ЧЗВ). Метою роботи є аналіз способів термічної переробки радіоактивно забрудненої деревини, які забезпечують максимальну концентрацію радіонуклідів у коксозольному залишку та зменшують їх міграцію в атмосферу.

За результатами аналізу літературних матеріалів встановлено, що при піролізі і газифікації в атмосферу попадає менша кількість радіонуклідів, ніж під час фільтраційного спалювання. Зокрема при сухому піролізі за кінцевої температури 820°C питома активність 137Cs і 90Sr у деревному вугіллі збільшується у 3,4 і 3,8 рази відповідно порівняно з питомою активністю деревини. Відповідно до "Гігієнічного нормативу питомої активності радіонуклідів 137Cs та 90Sr у деревині та продукції з деревини (ГН6.61-120-2005)" питома активність дров паливних становить 137Cs ≤ 600 Бк/кг, 90Sr ≤ 60 Бк/кг. Таким чином в ЧЗВ може вироблятись деревне вугілля з такими ж граничними нормами активності, як і для дров.

Для прискорення переробки і зменшення енергоємності рекомендується нова технологія окиснювального піролізу (часткової газифікації), яка дозволяє виробляти деревне вугілля з деревини з вологістю до 35%. Під час переробки вологої деревини відбувається активація деревного вугілля парогазами, які виділяються при пірогенетичному розпаді деревини. В Інституті відновлюваної енергетики НАНУ розроблено технологію безперервного окиснювального піролізу (патент України на корисну модель №143271). За результатами випробувань встановлено, що продуктивність технології у 2 рази більша, ніж аналогічної періодичної дії. Отриманий малосмольний піролізний газ (5-7 МДж/м^3) придатний для спалювання в котельних установках.

Висновки: Враховуючи величезний потенціал деревини в ЧЗВ (загальна площа лісів 246000 га), ЧЗВ може стати одним із найбільших в Україні об'єктом з виробництва деревного вугілля. Деревне вугілля, у вигляді брикетів, використовується як висококалорійне бездимне паливо. Піролізний газ, як побічний продукт переробки, доцільно спалювати в котельних установках для виробництва теплової та електричної енергії.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО ГОРІННЯ БІОМАСИ

Клюс В.П., Омаров І.С., Цивенкова Наталія Михайлівна

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Метрологічна, 50, м. Київ, тел.: +38-(044)-206-2809, e-mail: biomassa@ukr.net

Одним з ефективних методів виробництва синтез-газу з підвищеним вмістом водню є гібридне фільтраційне спалювання біомаси.

Метою досліджень було встановити залежність температури в реакційній зоні газогенератора з суцільним шаром під час гібридного фільтраційного горіння біомаси від дуттьового режиму, питомої теплоємності інертного пористого матеріалу та його об'ємного вмісту в реакторі газогенератора.

Дослідження виконувалися шляхом проведення багатофакторного експерименту. В якості інертного матеріалу використовувалися: керамзитна крошка (800 Дж/[кг·°С]); композит з суміші червоної глини та гранітного пилу (1000 Дж/[кг·°С]); сфери з шамотної глини (1200 Дж/[кг·°С]). Витрати повітряного дуття становили 30, 40 та 50 $м^3$/год. Об'ємний вміст інертного матеріалу в реакційній зоні – 0, 20, та 40% об. відповідно. Для отримання моделей процесу у вигляді поліномів другого ступеню вибрано некомпозиційний план другого порядку на кубі типу Бокса-Бенкіна. Відносна похибка моделі 2,8%. Середнє відносне відхилення – 1,8%.

Під час дослідження визначалися умови, за яких температура в реакційній зоні є найвищою і, яким є при цьому у складі виробленого генераторного газу є вміст H_2 та CO. Це не зовсім відповідає класичним дослідженням, де вивчається хвиля горіння з відповідними їй температурними режимами.

В результаті досліджень отримано рівняння регресії та побудовано відповідні поверхні відгуку. Встановлено, що максимальна температура в реакційній зоні газогенератора склала 1245°С і мала місце при об'ємі повітряного дуття 42 $м^3$/год, об'ємному вмісті інертного пористого матеріалу 28% об. з теплоємністю 1000 Дж/[кг·°С]. Найвищий вміст H_2 в газі становив 28% і досягався при 40% об. вмісту інертного матеріалу в реакторі. Найвищий вміст CO становив 29% при 20% об. вмісту інертного матеріалу в реакторі. Найвище значення теплотворної здатності синтез-газу склало 12,6 МДж/$м^3$. Метод гібридного фільтраційного спалювання біомаси в газогенераторі з суцільним шаром забезпечив виробництво синтез-газу з мінімальним рівнем засміченості, оскільки вміст механічних домішок в не перевищував 21 мг/$м^3$.

Висновки: Отримані результати фільтраційного спалювання біомаси в нерухомому шарі можуть бути використані для виробництва синтез-газу з підвищеним вмістом водню.

БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПОРУШЕНИХ ТА ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРОВИНИ ДЛЯ ЧИСТИХ БІОПАЛИВ ЗА РАХУНОК ВИРОЩУВАНН БАГАТОРІЧНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН

Трибой Олександра Володимирівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, ГО «АВЕ», м. Київ
тел. (044) 456-94-62, e-mail: tryboi@rea.org.ua

Мета. Оцінити біоенергетичний потенціал від вирощування енергетичних рослин для очищення забруднених земель в Україні.

Результати роботи. Порушені землі, в яких рівень важких металів перевищує нормативні показники, можна відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» вважати техногенно забрудненими землями, тому що їх не можна використовувати в сільськогосподарському виробництві для вирощування продуктових чи кормових культур через ризик потрапляння важких металів через продукти харчування до організму людини. Процес рекультивації таких забруднених земель довготривалий і може тривати більше 10-20 років і передбачає повернення порушених/забруднених земель у сільськогосподарське виробництво. Процес рекультивації буде більш ефективним із застосуванням фіторемедіації із вирощуванням на цих порушених/забруднених землях багаторічних енергетичних рослин з метою отримання біомаси, яка, із застосуванням новітніх технологій конверсії буде перетворена на чисте біопаливо. Площа забруднених земель після повномасштабної агресії Росії проти України зросла і може складати більше 5 млн гектар. Енергетичні рослини, які показали свою здатність до фіторемедіації з відносно високими рівнями врожайності включають: Miscantus Giganteus, Phalaris Arundinacea, Panicum virgatum L., Sorghum almum Parodi. та інші. Енергетичний потенціал біомаси, яку можна отримати від вирощування на порушених/забруднених землях складає щонайменше 250 ПДж енергії в рік.

Висновки. Порушені та забруднені землі потребують рекультивації, що є довготривалим та затратним процесом. Застосування фітоменеджменту на основі багаторічних енергетичних рослин дозволить використати порушені землі та землі, забруднені унаслідок воєнних дій в Україні для отримання біомасової сировини для подальшого виробництва біопалив із застосуванням новітніх технологій конверсії для досягнення енергетичної незалежності України.

СПАЛЮВАННЯ ДРІБНО ФРАКЦІЙНОЇ БІОМАСИ В РЕЖИМІ САМОЗАЙМАННЯ У ВИХРОВОМУ ПОТОЦІ

Чмель Валерій Миколайович, Новікова І.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна, м. Київ
тел. (044) 453-28-65, e-mail: chmel_v@i.com.ua; chmel.valerii@gmail.com

Мета роботи. Дослідження розвитку та горіння двофазної системи: тверде паливо – окислювач в режимі самозаймання у вихровому потоці.

Результати. Біомаса, при використанні в якості альтернативного палива, має, практично, ті ж самі недоліки, як і низькоякісне низько реакційне вугілля: невисока теплота згоряння, а вміст вологи може бути в великих обсягах (більше 60%). Це значно ускладнює процес її спалювання.

Як показали проведені авторами досліди найбільш ефективне спалювання палив в режимі самозаймання, який можна отримати доведенням палива до температури самозаймання його підігрівом. А так як при спалюванні палива в режимі самозаймання швидкість горіння найбільша (сягає безкінечності), то при цьому переважаючими складовими процесу є не кінетичні, а дифузійні процеси. Тому організація процесу у вихровій течії повинна забезпечувати високу якість суміш утворювання компонентів палива і високу ефективність його згоряння.

Для проведення експериментальних досліджень по спалюванню дрібно фракційної біомаси у вихровому потоці в режимі самозаймання була використана дослідна модель, яка являє собою коаксіальний паливний сопловий блок з завихрювачами, в якому розташовані два канали: зовнішній – канал окислювача , внутрішній – канал пального. Сопловий блок дозволяв отримувати як затоплений, так і супутній двофазний струмінь: окислювач – пальне.

Показано, що залежність товщини прикордонного шару від параметра закручування n відповідає розвитку закручених струменів – більшому куту розкриття струменя. Зі збільшенням параметра кручення n збільшується товщина пограничного шару, відповідно зони змішування. Це відповідає тому, що прикордонний шар є потужним джерелом неізотропної турбулентності, яка досягає 40-60%.

Висновки. За результатами дослідів був створений двостадійний спосіб спалювання дрібно фракціонованого твердого палива.

Побудована на його основі нова технологія спалювання твердого палива в режимі самозаймання дозволить створювати малогабаритні пальникові пристрої.

ЧИСЕЛЬНА МОДЕЛЬ ПЕРЕНЕСЕННЯ ТЕПЛОТИ І МАСИ ПРИ ГОРІННІ РОСЛИННИХ ПЕЛЕТ

Басок Б.І., Давиденко Борис Вікторович, Новіков В.Г., Гончарук С.М., Лисенко О.М., Веремійчук Г.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна,
тел. (+38 096) 377 3244, e-mail: bdavydenko@ukr.net

Мета даної роботи полягає у розробці чисельної моделі процесу горіння рослинних пелет та її застосуванні для розрахунків теплофізичних характеристик цього процесу. Добре відомо, що проблема зниження обсягів споживання природного газу може вирішуватися шляхом залучення для потреб комунальної енергетики альтернативних місцевих видів палива, зокрема відходів від обробки деревини та соломи зернових культур. Зазвичай таким видам палива після обробки надається форма циліндричних гранул, або пелет. Технологія виготовлення пелет на сьогодні достатньо розвинута. Але виникає проблема наукового обґрунтування та математичного моделювання процесів їх спалювання в побутових та промислових пальниках. В даній роботі виконується моделювання горіння як для одинокої пелети, так і для горіння шару пелет у побутовому пальнику.

Результати. Складено чисельні моделі окремих стадій процесу горіння пелет. Початок горіння розпочинатися з підведення до нього теплоти від зовнішнього джерела. Після видалення вільної вологи починається процес термічного розкладання органічного матеріалу. Матеріал розкладається на леткі газі, високомолекулярні смоли, твердий вуглецевий залишок та неорганічні негорючі залишки. Внаслідок горіння летких газів підвищується температура в пальнику і відбувається природна конвекція повітряного середовища, що описується системою рівнянь нерозривності та перенесення імпульсу для повітряного потоку. Перенесення окремих складових газового середовища описується системою рівнянь конвекційної дифузії. Перенесення теплоти описується рівнянням енергії. Розрахунки швидкостей хімічних реакцій визначається за відповідними рівняннями хімічної кінетики. Розглядається також модель горіння твердого вуглецевого залишку.

В результаті чисельного розв'язання даної системи рівнянь побудовано поля швидкостей газової течії, температури і концентрацій окремих газових компонентів в об'ємі пальника. Визначено максимальну температуру в шарі пелет, що горять, температуру газоподібних продуктів згорання, що видаляються з пальника, та їх хімічний склад. Знайдено залежність енергетичних характеристик пальника, таких як теплова потужність, температура газоподібних продуктів згорання, від його геометричних розмірів, зокрема від його довжини при сталій ширині.

Висновок. Розроблені алгоритми чисельного дослідження та його результати можуть використовуватися при проектуванні побутових пелетних пальників малої потужності.

АЕРОДИНАМІКА ТА ТЕПЛООБМІН ПРИ СПАЛЮВАННІ АГРОПЕЛЕТ В КОТЛАХ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Басок Б.І., Веремійчук Ганна Миколайвна

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна

З огляду на сучасні тенденції у застосуванні біопалива аграрного походження Україна має певний потенціал щодо розвитку даного напряму за рахунок значної ресурсної бази. У наш час біомаса в основному використовується для виробництва теплоти у великих або середніх по потужності котлах систем централізованого опалення та у побутових котлах на дровах/пелетах, у печах і у камінах. Використання агропелет як джерело палива, підтверджується актуальним трендом в енергетичному секторі, де відновлювані джерела стають все важливішими, що відображено в національних стратегіях і цілях європейських директив.

Метою даного дослідження є визначення основних закономірностей процесу горіння агропелет сільськогосподарського походження й дослідження впливу режимних параметрів на розподіл температур в топковій камері, а також дослідження продуктивних характеристик біопаливної сировини. Таким чином, дослідження аеродинаміки та теплообміну при спалюванні агропелет в котлах побутових споживачів має великий потенціал у багатьох аспектах, а саме екологічність, ефективність використання енергії і технологій під час процесу спалювання, економічний розвиток енергетичної та сільськогосподарської галузі.

Для досягнення мети були поставленні та вирішено ряд задач: розроблена експериментальна установка з оригінальним пелетним пальником, проведено експериментальні дослідження щодо спалювання рослинних пелет, проведено аналіз методів математичного моделювання процесів спалювання агропелет, здійснено моделювання горіння пелет у відповідному пальнику в середовищі програмного комплексу ANSYS-Fluent та проведено порівняльний аналіз результатів чисельного моделювання з власними експериментальними даними для визначення задовільного співпадіння і підтвердження можливості використання обраної моделі для системи пальник-котел.

Отримані результати можуть використовуватися при проектуванні побутових пелетних пальників малої потужності комунальної та промислової теплоенергетики, соціально-бюджетної сфери, індивідуально-побутового сектора.

ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРОКИСНЕВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ЛІГНІНУ

Рохман Б.Б., Клюс В.П., Четверик Геннадій Олександрович

Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
вул. Метрологічна, 50, м. Київ, 03143,
тел.: +38-(044)-206-2809, e-mail: biomassa@ukr.net

Основною вимогою при використанні генераторного газу в двигунах є мінімальний вміст смолистих речовин в ньому, що можна досягти при конструктивному поділі в газогенераторі двох процесів: піролізу та подальшої газифікації коксозольних часток.

Метою досліджень є виконати аналіз геометричних, аеродинамічних, теплових і фізико-хімічних параметрів парокисневої газифікації лігніну при атмосферному тиску в нерухомому шарі.

Було використано нестаціонарну двовимірну модель газифікації твердого палива у фіксованому шарі, що описує процес конверсії коксозольного залишку в пароповітряній суміші з урахуванням міжфазного конвективного теплообміну, радіаційно-кондуктивного теплоперенесення твердої фази, променистого та кондуктивного теплообміну шару зі стінкою реактора, гетерогенних та гомогенних хімічних реакцій, сил тяжіння і аеродинамічного опору.

Задавали наступні вихідні дані: внутрішній діаметр газифікатора, висота і пористість шару, густина коксозольних часток, елементний склад лігніну. Задавали початкові умови: витрати пару, кисню, азоту, коксозольних часток, золи, температуру пароповітряної суміші і стінки газифікатора. Теплоємність коксозольних часток і швидкість гетерогенних та гомогенних реакцій визначали за відомими залежностями.

В результаті чисельних досліджень було отримано розподіл температури коксозольних часток лігніну та генераторного газу, об’ємної концентрації кисню, водню, вуглекислого та чадного газів, водяної пари, еквівалентного діаметра та швидкостей руху коксозольних часток лігніну, механічного недопалу, теплоти, що передана стінці газифікатора залежно від висоти нерухомого шару газифікатора і часу.

Висновки: Отримані результати парокисневої газифікації лігніну в нерухомому шарі можуть бути використані при конструюванні реакторів на стадіях ескізного, технічного та робочого проектування, пусконалагоджувальних режимах, роботі газогенератора на змінних параметрах.

Встановлено, що максимальна температура часток лігніну не перевищує 887,1°С та виявляється нижчою, ніж температура початку деформації золи, що дає можливість побудувати режим газифікації з твердим видаленням шлаку.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУМІСНОГО СПАЛЮВАННЯ SRF З ПРИРОДНИМ ГАЗОМ В ТОПЦІ КОТЛА КВГМ 20

Кобзар Сергій Григорович[1], Гапонич Л.С.[2]

1 – Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
2 – Інститут теплоенергетичних технологій НАН України, м. Київ

Серед альтернативних палив, які у довгостроковій перспективі можуть використовуватись у паливно-енергетичному комплексі (ПЕК) України, є палива вилучені з твердих побутових відходів (ТПВ). При термічній переробці таких палив утворюється енергія, яка може бути використана для виробництва електроенергії та теплоти (технологія «Waste-to-Energy» або WtoE). Треба зазначити, що обсяги утворення ТПВ в Україні за останні роки сягають 11,5-12,5 млн т, з яких можна вилучити 2,5 – 3 млн т відновленого палива RDF/SRF з середньою теплотворною спроможністю 14 – 15 МДж/кг.

Ідея дослідження полягала у оцінці перспективи спалювання палива з ТПВ у існуючому котельному обладнанні. Попередні дослідження показали можливість сумісного спалювання палива з ТПВ з вугіллям в енергетичному пиловугільному котлі та модельній камері згоряння SRF палива 5-го класу. В даному дослідженні в якості об’єкта дослідження було вибрано котел КВГМ – 20-150, який поширений у комунальному господарстві та промисловості України. Досліджувалися перспективи спільного спалювання SRF палива 3-го класу, яке можна отримати з відходів які характерні для України, з природним газом.

Дослідження було проведено методом комп’ютерного моделювання з залученням пакету прикладних програм Ansys CXF. При проведенні розрахунків використовувався WGS механізм окислення метану. Транспорт частинок моделювався шляхом розв’язання рівняння руху частинки в постановці Лагранжа. Зміну розміру діаметру частинки твердого палива прийнято пропорційною зміні її зовнішньої поверхні чи масі.

Проведені дослідження показали можливість сумісного спалювання SRF та метану у топці котла КВГМ 20. Оптимальна кількість SRF у тепловому балансі котла КВГМ 20 становить 5%, в цьому випадку крім добрих техніко-екологічних параметрів, забезпечуються сприятливі умови для знешкодження шкідливих речовин. У разі необхідності підвищити витрату SRF необхідно залучати додаткові методи попередньої термічної конверсії SRF. Найбільш оптимальними є залучення технологій швидкого піролізу або спалювання палива з твердих побутових відходів у передтопку. Підвищена концентрація кисню у первинному повітрі у дослідженому діапазоні суттєво не впливає на основні показники сумісного спалювання SRF з метаном.

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ ТПВ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ RDF-ПАЛИВА

Снєжкін Ю.Ф., Корінчевська Тетяна Володимирівна, Михайлик В.А., Воробйов Л.Й.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-12-26, e-mail: tvkorin@gmail.com

Мета. Використання твердих побутових відходів (ТПВ) як палива допоможе частково вирішити проблеми дефіциту традиційного палива та захоронення відходів на полігонах.

Результати роботи. Виготовлення RDF-палива з ТПВ потребує детального вивчення термічних характеристик горючих компонентів. В роботі застосовані DTG та DTA методи досліджень, завдяки яким були визначені етапи деструкції, вологість та зольність палив, а також швидкість розкладання органічних речовин. Теплоту згорання визначали за стандартною методикою для твердих палив.

В дослідженнях використані різні види паперу та картону, полімерні та текстильні матеріали, а також шкіра та деревина. Орієнтуючись на можливий склад RDF, характерний для великих міст України, та результати досліджень розглянуто чотири склади RDF, компонентами яких є поліетилен, поліетилентерефталат (ПЕТ), картон, текстиль, шкіра та деревина.

Для всіх зразків RDF характерна трьохетапна деструкція, що супроводжується ендо- та екзотермічними ефектами. На першому етапі видаляється вода, на другому – деградують органічні речовини, на третьому – розкладаються мінеральні. Зневоднення RDF завершується при температурах 164–166°C. Розкладання органіки проходить в три стадії, які відрізняються швидкостями та величиною теплових ефектів.

Висновок. Аналіз отриманих результатів свідчить, що високий вміст поліетилену в RDF гарантує високі значення теплоти згорання. Проте термічне розкладання поліетилену супроводжується інтенсивним утворенням газоподібних екологічно небезпечних продуктів. В свою чергу, збільшення вмісту ПЕТ в паливі викликає зниження теплоти згорання. Підвищення вмісту полімерних складових понад 25–30% буде вимагати особливого температурного режиму спалювання та впровадження додаткового газоочищення. Картон та папір не провокують утворення шкідливих сполук, проте їх високий вміст в RDF може підвищити зольність та зменшити теплоту згорання палива. Теплота згорання досліджених зразків RDF-палива визначена на рівні 18–27 МДж/кг, що задовольняє вимогам до термічних властивостей палив з відходів.

ВИКОРИСТАННЯ ТПВ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ

Михайлик Вячеслав Аврамович, Корінчевська Т.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-12-26, e-mail: mhlk45@gmail.com

Мета роботи полягає у розробленні на основі результатів теплофізичних досліджень оптимального складу RDF-палива з твердих побутових відходів (ТПВ) для використання в когенераційних енергоустановках. Важливість роботи визначається потребами забезпечення енергетичної безпеки України шляхом заміщення викопних палив альтернативними і відновлюваними джерелами енергії.

Результати роботи. Залучення до енергетичного балансу України твердих побутових відходів та біомаси є одним із важливих напрямків заміщення викопних палив. Обсяг накопичення та властивості ТПВ нестабільні і залежать від різних факторів. В складі ТПВ найбільшу частку займають харчові відходи, папір та картон, пластик, скло, текстиль. Технології спалювання і виготовлення RDF-палива з відходів у більшості передбачають сортування відходів і виділення горючих складових.

Для визначення перспективності використання тих чи інших горючих компонентів ТПВ в RDF-паливі в термічному аналізаторі «Q-1000» виконано дослідження декількох видів паперу, картону, текстилю, шкіри та шкірозамінника, поліетилену, поліетилентерефталату (ПЕТ), біорозкладної плівки та деревини.

Були визначені температури дегідратації (20…178°C) і термічного розкладання органічних (122…715°C) та мінеральних речовин (488…1000°C). Розраховані середні швидкості спостережуваних процесів. Виконані порівняння кінетики теплогенерації при термічному розкладанні органічних речовин. Отримані дані про вологість (0…10,8%) та зольність (0,2…16,1%) горючих компонентів.

Розкладання органічних сполук таких горючих складових як поліетилен, ПЕТ, біорозкладна плівка та тканини, у складі яких присутні бавовна та акрил, характеризується інтенсивним утворення газоподібних речовин та потужним тепловиділенням.

Досліджено та проаналізовано декілька складів RDF-палива. В результаті рекомендовано до виробництва ті з них, що мають максимальну теплотворну здатність.

Висновок. Аналіз отриманих експериментальних даних свідчать про можливість використання наведених горючих складових ТПВ в якості компонентів RDF, проте особливості розкладання деяких матеріалів (наприклад поліетилену та ПЕТ) повинні бути враховані в технології виготовлення та спалювання палива.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕЕСТЕРИФІКАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДИЗЕЛЬНИХ БІОПАЛИВ

Сухенко Владислав Юрійович, Авдєєва Л.Ю.

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст, 2а, м. Київ, Україна, тел.:+38-044-453-28-44, e-mail: vladsuhenko@gmail.com

Ріст цін на енергоносії змушує людство переходити до застосування нових джерел енергії. Існуючі технології отримання дизельного біопалива мають ряд недоліків, які зменшують вихід і якість палива. Покращити процес виробництва палива можна, застосувавши для його інтенсифікації гідродинамічну кавітацію.

Питома енергетична дія впливу на оброблюване середовище складає приблизно 104...105 кВт/м^3. Внаслідок цього створюються умови для перебігу гідромеханічних, фізичних та хімічних процесів, які зазвичай ускладнені або неможливі.

Кавітаційна дія сприяє зміні молекулярної конфігурації жирів, прискорює реакцію переестерифікації, а естери, після закінчення процесу, повністю відповідають вітчизняному та європейському стандартам [2].

Метою роботи є дослідження процесу переестерифікації жирів, яку здійснювали в лабораторному кавітаційному реакторі (рис.1).

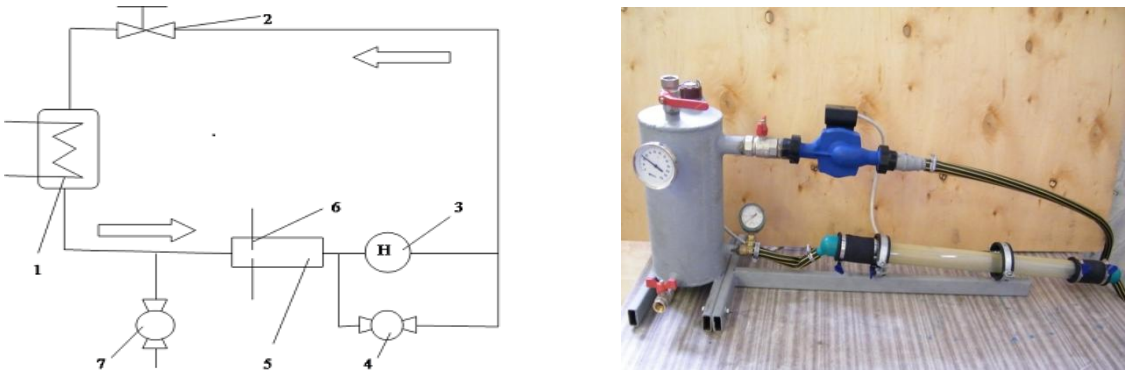


Рис. 1. Схема (а) і загальний вигляд (б) кавітаційного реактора: 1 – місткість з нагрівачем, 2 – кран, 3 – насос, 4 – кран, 5 – корпус (прозорий), 6 – діафрагма, 7 – кран.

Реакційна суміш жиру, метанолу і каталізатору нагрівається у місткості 1 до температури 60 – 65ºС. Потім, за допомогою насоса 3, вона перекачується через кавітатор 5 з діафрагмою 6, за якою утворюється кавітаційна каверна і відбувається інтенсифікація процесу утворення дизельного біопалива.

Висновки. Розроблений, виготовлений і апробований кавітаційний реактор який дозволяє інтенсифікувати процес переестерифікації тригліцеридів жирів у дизельне біопаливо. Кавітаційне змішування компонентів у реакторі (у порівнянні з механічним) збільшує вихід палива до 5%. Якість палива відповідає вимогам європейського ДСТУ EN 14214.

НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА РІДКИХ БІОПАЛИВ В УКРАЇНІ

Сухенко Владислав Юрійович, **Авдєєва Л.Ю.**

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст, 2а, м. Київ, Україна, тел.:+38-044-453-28-44, e-mail: vladsuhenko@gmail.com

Недостатня кількість власних природних органічних енергоносіїв обумовлює суттєву залежність України від зовнішніх енергоджерел, особливо від імпорту нафти і газу, а тому держава мала б проаналізувати і всіляко намагатись допомогти у розвитку цієї вельми важливої справи з боку національної безпеки.

Численні дослідження, показали, що повноцінним джерелом енергії може бути біомаса, зокрема рослинні і тваринні жири та їх відходи. У Європі лише Україна та Албанія не пропонують дизельне біопаливо, виготовлене з відходів жирів та олій.

У нас є достатньо сировини для виробництва біологічних палив, мастил, змащувально-охолоджувальних рідин. Це відходи м’ясокомбінатів, заводів м’ясо-кісткового борошна, відпрацьовані жири, відходи підприємств по обробці шкіри.

Метою роботи є оцінка можливості глибокої переробка жирів на біопаливо і супуні продукти, яку ми виконали у співдружності з Хмельницьким національним університетом (проф. Кириченко В.І) та інститутом біології клітини НАН України (акад. Сибірний А.А.). Ця співпраця дала можливість отримати ряд цінних продуктів: біопалив; консистентних олив і мастил; присадок до мастил; мастильно-охолоджувальних засобів для металообробки; мийних композицій; гліцерину для парфумерної і фармацевтичної промисловості; органічних добрив; кормових добавок для худоби і птиці.

За роки роботи нами були розроблені регламент, технічні умови на мобільні заводи, отримано 94 патенти на винаходи, вийшло до друку 51 стаття, монографії і навчальні посібники, але відсутність адекватної підтримки від держави немає.

Висновки. НТР виготовлення дизельного біопалива в Україні відіграє ключову роль у забезпеченні якості та стандартів виробництва цього виду палива, але встановлені ставки акцизного податку на біопаливо і сировину для його виробництва зводять практично на «0» всі можливості.

МОЖЛИВОСТІ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Мироненко В.Г., Веремейчик Наталія В.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук, м.Київ
тел. 0973871872;e-mail: mironenko1952@ukr.net; vnv812@ukr.net

Мета. Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва завдяки створенню надійної автономної системи електрозабезпечення на основі природних та власних поновлювальних джерел енергії.

Результати. Досягнення високого рівня надійності автономної системи електрозабезпечення агропромислового господарства на основі ВДЕ потребує формування структури системи з паралельним з'єднанням підсистем, яка включає в себе одне, або декілька природних джерел енергії (вода, вітер, сонце та інш.), акумулятори енергії на основі продукції власного виробництва (тверде біопаливо, біодизель, біогаз та інш.), обладнання для використання надлишків енергії в певні періоди року та відповідні комутатори з відносною собівартістю виробництва електроенергії в межах 0,43…0,98 від собівартості централізованого виробництва.

Структура конкретної системи електрозабезпечення агропромислового господарства повинна формуватися на основі особливостей виробничих і побутових потреб, оцінки потенціалу і особливостей відновлювальних джерел енергії та умов безпечної, економічно та екологічно ефективної експлуатації.

Серед природних ВДЕ для умов фермерського господарства найбільш надійним джерелом є енергія сонячного випромінювання (наприклад, близько 1250 кВт·год/ $м^2$ за рік для умов Київської області).

З позицій організації застосування, доступності сировини і можливостей необхідного обслуговування на особливу увагу заслуговує використання твердого гранульованого біопалива з відходів рослинництва у якості акумуляції енергії - співвідношення затрати-вихід енергії 1:16.

Висновки: 1. Одним із реальних способів підвищення надійності та ефективності електрозабезпечення об’єктів сільськогосподарського виробництва є перехід на автономні системи енергозабезпечення на основі використання власних відновлювальних джерел енергії з відносною собівартістю виробництва в межах 0,43–0,98 від собівартості централізованого виробництва електроенергії.

2. Структура конкретної системи електрозабезпечення агропромислового господарства повинна формуватися на основі особливостей виробничих і побутових потреб, оцінки потенціалу й особливостей відновлювальних джерел енергії та умов безпечної, економічно та екологічно ефективної експлуатації.

ВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА І НЕ ТІЛЬКИ: “PRO” І “CONTRA”

Басок Борис Іванович, Базєєв Є.Т.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Розглянуто підвищення глобальної температури, зумовленого глобальним потеплінням клімату. Наведено відкриті дані енергетичної стратегії України до 2050 року, зокрема по виробництву використанню природного газу і водню. Представлені результати енергоефективності виробництва первинних енергоресурсів, в т.ч. основних ВДЕ. Наведена актуальність проблематики виробництва і використання водню як вагомого відновлюваного джерела зменшення парникових викидів і підвищення енергетичної безпеки. Водень розглядається як відновлюваний ресурс, тобто не стільки як енергоносій, скільки як вуглецевонейтральний енергетичний ресурс, що вагомо сприяє реалізації NZE-сценарію до 2050 року по зменшенню глобального потепління клімату. Представлено індикатори і їх критичні показники для стабільності та стійкості земної системи соціоекологічного стану планети Землі – т.зв. планетарні кордони стійкості, підкреслено, що не лише зміна клімату, а й вимирання біорізноманіття є критичними для життєдіяльності. На протидії останньому викладені основні моменти Куньмін-Монреальської глобальної рамкової програми ООН до 2030 року в сфері біорізноманіття, основна мета якої – повернення біосфери на відновлення.

Узагальнено розглянемо на основі цьогорічних матеріалів міжнародного енергетичного агентства світовий стан водневої проблематики з точки зору стратегії розвитку виробництва, поширення і кінцевого використання відновлюваного водню. Представлено деякі екологоенергетичні характеристики електролізного виробництва водню, а також інших вже комерціалізованих технологій виробництва водню. Наведено оцінки обсягів поточного та традиційного і інноваційного використання водню за секторами економіки в 2050 році, представлено дані прогнозованої інфраструктури виробництва, транспортування, зберігання і кінцевого використання відновлюваного водню, див. табл.

Динаміка індикаторів інфраструктури водню.

Індикатори / Рік	2022	2030	2035	2050
Загальна потреба у водні (Мт H_2)	95	150	215	430
Нафтопереробка (Мт H_2)	42	35	26	10
Транспорт (Мт H_2 –екв., включаючи паливо на основі водню)	0	16	40	193
Виробництво електроенергії (Мт H_2 - екв., включно з паливом на основі водню)	0	22	48	74
Інше (Мт H_2)	0	6	10	14
Частка загального виробництва електроенергії, %	0	1	1	1
Виробництво водню з низьким рівнем викидів (Мт H_2)	1	70	150	420

Від електроенергії з низьким рівнем викидів	0	51	116	327
Від викопного палива з CCUS	1	18	34	89
Сукупна встановлена потужність електролізу (ГВт електричного споживання)	1	590	1340	3300
Сукупне зберігання CO_2 для виробництва водню (Мт CO_2)	11	215	410	1050
Водневі трубопроводи (км)	5000	19000	44000	209000
Ємність підземного зберігання водню (ТВт·год)	0,5	70	240	1200

ДЕГАЗАЦІЯ ВОДНЮ З ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Любименко Олена Миколаївна

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», вул. Потебні,56, Луцьк,
e–mail: olena.liubymenko@donntu.edu.ua

Розвиток в Україні водневої енергетики та застосування генераторів водню та паливних елементів швидко зростає для: централізованого та розподіленого електро- та теплопостачання, джерел безперебійного живлення; транспортної енергетики та портативної енергетики.

І саме це допомагає вирішити існуючі виклики для енергосистеми України, такі як: балансування енергосистеми; надійне енергопостачання; довгострокове зберігання відновлюваної енергії.

Одним з основних елементів таких пристроїв є селективна протонпровідна мембрана.

Мета даної роботи - експериментальне вивчення поведінки мембрани у формі пластини з паладію, яка початково містить водню, а саме насичена воднем до складу сплаву α-PdH_n, де n- концентрація водню в паладії.

Експерименти проводимо в умовах зміни концентрації водню (n) на Δn, коли додатково проводимо дегазацію камери та пластини при постійній температурі.

В результаті виконання роботи було одержано експериментальну залежність зміни форми мембрани у вигляді пластини в воднево-вакумній установці від часу в інтервалі температур від 130˚С до 350˚С. Було показано, що при односторонній дегазації мембрани в умовах, відповідних α- області на діаграмі стану системи Pd-H, пластина зазнає вигин в два етапи.

На першому етапі вигин пластини розвивається досить швидко і максимальна стріла вигину досягається за 10-20 с. При цьому збільшення концентрації водню в сплаві α-PdH_n викликає досить сильне зростання максимального вигину пластини.

На другому етапі дегазації воднем пластина повільно розпрямляється. При цьому досягається або практично повна оборотність вигину, або має місце невеликий залишковий (стаціонарний) вигин.

Висновок. Наукова новизна полягає у використанні відомого матеріалу паладію, який при контакті з воднем стає тимчасовим градієнтним сплавом зі змінними фізичними властивостями. Встановлено, що теплооб-

мін в пластині і енергетична рівновага навколо пластини базуються на швидкості витоку водню з мембрани в паливному елементі.

Проведення цих експериментів дозволяє отримати додаткову інформацію про поведінку металу в умовах попередньо насиченого стану сплаву α-PdH_n воднем в системах метал-водень при підвищених температурах та концентраціях.

СПОСІБ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЕНЕРГОРЕСУРСУ НА ІСНУЮЧОМУ КОТЕЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ

Ніжник Наталія Андріївна, Сігал О.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст 2а, м. Київ

Для відповідності сучасним вимогам щодо енергопостачання цільових споживачів широке впровадження ВДЕ потребує створення регулюючих потужностей на основі традиційних енергосистем для забезпечення стабільного енергопостачання в періоди відсутності енергії від ВДЕ.

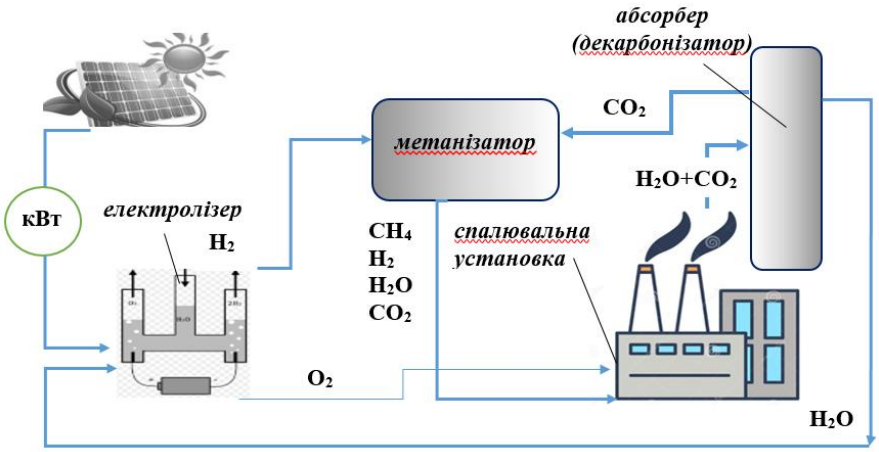


Рис.1.1.8 – Спосіб використання водню в рамках створення водневого ХАБу

Одним із можливих шляхів інтеграції запланованих великих обсягів відновлюваної енергетики в енергосистему є використання водню як проміжного енергопродукту. Реалізувати таку можливість пропонується шляхом створенням т.з. «водневого ХАБу». «Водневий ХАБ» - місце, де наявні всі складові для виробництва, зберігання (транспортування до місця зберігання) та використання водню. Наприклад, до складу такого ХАБу можуть входити установки отримання енергії з відновлюваних джерел, електролізер, метанізатор, абсорбер (функція якого є виділення CO_2 для подальшого його використання в метанізаторі) та котельна установка.

Запропонований спосіб використання водню, що отримується з електроенергії, згенерованої на ВДЕ, яка є надлишковою в ОЕС, може бути застосований на об’єктах паливно-енергетичного комплексу України, що

дозволить:

• здійснювати балансування надлишкової електрогенерації;

• використовувати воденьвмісне паливо на наявному котельному обладнанні.

Запропонована концептуальна схема дозволяє реалізувати технологію відомими технічними засобами.

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОГО ВОДНЮ БІЛЯ ІСНУЮЧИХ БЛОКІВ АЕС

Уланов Михайло Миколайович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-96-42, e-mail: e3therm@gmail.com

Мета Досягнення чистого нульового викиду двоокису вуглецю (CO_2) до 2050 року, яке представлено в спеціальному звіті IPCC про глобальне потепління на 1,5°C, підштовхнуло до великомасштабного використання нового безвуглецевого енергетичного носія водню з метою декарбонізації економіки.

Виробництво водню за допомогою електролізних установок біля блоків існуючих АЕС України дозволяє організувати великомасштабне його виробництво в короткостроковій перспективі і може слугувати доповненням до виробництва водню з використанням відновлювальних джерел енергії.

Результати роботи На сьогоднішній день в Україні на чотирьох існуючих атомних станціях встановлено 15 енергоблоків, 13 з яких є ВВЕР 1000 які мають встановлену потужність 1000 МВт·год (або 1 ГВт·год), тому доцільним є встановлення електролізних установок електричною потужністю 1 ГВт. Виходячи з технологічних параметрів такої установки а саме, споживання електричної енергії на виробництво 1 кг водню на рівні 52 кВт·год та споживання живильної води у кількості 22 л, отримали загальну продуктивність низьковуглецевого водню у кількості 17417 кг на годину або 148 тис т на рік. Враховуючі середньорічний коефіцієнт використання встановленої потужності існуючих енергоблоків АЕС, таких електролізних установок можна встановити у кількості від 3 – 4 одиниць (тобто сумарною електричною потужністю 3 – 4 ГВт) при цьому забезпечивши експортний потенціал екологічно-чистого низьковуглецевого водню на рівні від 444 тис. т до 592 тис. т на рік в короткостроковій перспективі.

Відповідно до Проекту Плану відновлення України, щодо розділу «Енергетична безпека», представленою Національна рада з відновлення України від наслідків війни 4 липня 2022 р. міжнародним інвесторам, в Україні передбачається встановлення 15 ГВт електролізних установок, п’яту частину яких відповідно до представлених розрахунків можна забез-

печити низьковуглецевою електроенергією з існуючих блоків АЕС України.

Висновок Попередня вартість електролізної установки електричною потужністю 1 ГВт становить 1,1 млрд євро, при цьому собівартість виробництва низьковуглецевого водню складає 0,61 євро/кг. Термін окупності даного проекту складає біля 3 років.

ДО ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ ПЛОСКОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА-ВОДОНАГРІВАЧА

Бошков Леонід Зіновійович, Волгушева Н.В.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса
тел. (048)0985470601 e-mail: leonidboshkov@gmail.com, natvolgusheva@gmail.com

Мета. Коригування методики розрахунку плоского сонячного колектора (СК) з одним скляним покриттям при розташуванні труб з водою, що нагрівається, на поглинаючій пластині.

Результати розрахунку плоского сонячного колектора.

Для визначення геометричних характеристик СК та його ефективності при кліматичних умовах, що відповідають Одеській області, проведено розрахунки для січня, як найхолоднішого місяця року, в результаті якого визначились геометричні характеристики колектора. Для липня, як місяця з максимальною температурою, проведено тепловий конструкторський розрахунок, що дозволило визначити робочі параметри СК із визначенням площі поверхні. Для проведення розрахунків складено програму за допомогою програмного комплексу Maple 15.

Результати варіантних розрахунків показали, що оптимальними вихідними даними є наступні величини: кут нахилу колектора $\varphi=30^{o}$, матеріал для нижньої ізоляції – пінополістирол товщиною 0,1 м, поглинаюча пластина – сталь 45 товщиною 0,01 м, канали для рідини прямокутного перерізу з еквівалентним діаметром 0,012 м та товщиною стінки 0,001 м, максимальна товщина зазору між пластиною та скляним покриттям – 0,015 м, кількість труб – 30 шт. із кроком 0,06 м.

В результаті розрахунку отримано, що необхідна площа колектора становить $F=14{,}7$ м^2. Слід передбачити теплоізоляцію бічних поверхонь пінополістиролом, що дозволить практично виключити бічні втрати. Розрахунки показали, що марка сталі для виготовлення пластини і труб, а також вид селективного покриття в діапазоні поглинаючої здатності 0,94 – 0,85 не мають істотного впливу на вихідні характеристики сонячного колектора. Також слід зазначити, що відстань між покриттям та поглинаючою пластиною не має помітного впливу на коефіцієнт втрат $K_в$. Істотний вплив мають щільність потоку падаючого випромінювання, витрата рідини і температури на вході та виході.

Висновки:

1. Методика теплового розрахунку плоского сонячного колектора-

водонагрівача з одним скляним покриттям та трубами прямокутного перерізу дає можливість визначити площу поверхні колектора та надалі проводити оцінку витрати рідини, необхідної для забезпечення заданої температури води на виході.

2. Проведені обчислювальні експерименти при щільності потоку падаючого випромінювання E=312 Вт/м^2 для температури навколишнього середовища T_0=269 К при витраті води G=0,012 кг/с і заданих температурах на вході $T_{рід.вх}$=280 К та на виході T=298 К показали, що площа сонячного колектора становить F= 14,7 м^2.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МІСЦЕВОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ЗВОРОТНОГО ЕНЕРГОНОСІЯ, ХОЛОДНОЇ ВОДИ ТА ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ

Петраш Віталій Дем'янович, Баришев В.П.

ОДАБА, м. Одеса

Мета роботи спрямована на подальший розвиток місцевого теплопостачання громадських та промислових будівель на основі характерних теплогенеруючих установок з системами парокомпресійної трансформації інтегрованої енергії (ПКТІЕ). В якості низькотемпературних джерел використовуються теплові потоки відпрацьованого енергоносія (ВЕ), холодної води та продуктів згорання для розширення загального обсягу та підвищення ефективності генерації теплоти і екологічності використання енергії первинного палива.

Доохолодження з підтримкою обґрунтованого температурного рівня ВЕ з теплових мереж створює можливості підвищення коефіцієнта корисної дії характерних теплогенеруючих установок, а також розширює діапазон робочих температур експлуатації абонентських систем. Використання тепловодого потенціалу початкової холодної води комунально-побутового та промислово-технологічного призначення особливо привабливим стає в міжопалювальний період року, коли її температура досягає 10…20^{0}С. Доохолодження продуктів згорання є суттєвим резервом енергозбереження, яке становить в тепловому балансі теплогенеруючої установки до 8…10%.

Результати та висновки

1. На основі результатів аналітичного дослідження вдосконаленої системи отримана узагальнена залежність визначення дійсного коефіцієнта перетворення ПКТІЕ від температур навколишнього середовища, ВЕ та холодної води загального призначення, відпрацьованих газів, а також співвідношення витрат водних потоків ВЕ та холодної води загального призначення для систем комунально-побутового та промислово-технологічного призначення.

2. На значення дійсного коефіцієнта перетворення суттєво впливає вибране значення температури ВЕ після конденсатора на вході в теплогенератор. Зокрема, коефіцієнт перетворення ПКТІЕ зростає з 2,2 до 3,2 при

55°С, а при зниженні її до 45°С коефіцієнт перетворення збільшується від 2,8…6,3. Встановлено недоцільність догрівання ВЕ в конденсаторі на вході в теплогенератор до розрахункового значення 70°С на всьому діапазоні аналізованого співвідношення витрат водних потоків 0,5…1,0.

3. Результати дослідження вдосконаленої системи теплопостачання на основі трансформації інтегрованих енергетичних потоків доохолодження ВЕ, холодної води та продуктів згорання, забезпечують можливості практичного коригування температурного графіка відпуску теплоти для характерних умов місцевого теплопостачання комунально-побутового та промислово-технологічного призначення.

ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНИХ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ У ТРИФАЗНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Бистров Деніс Леонідович[1], Сенецький О.В.[1,2]

1 - Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, e-mail: bushfire.1979@gmail.com,
2 - Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків, e-mail: aleksandr-seneckij@ukr.net.

Мета роботи полягає у вдосконаленні відомого способу вимірювання, який дозволить виконувати розклад сумарної потужності втрат в трифазній чотирипровідній системі електропостачання на окремі складові з необхідною точністю і дозволить витрачати менше обчислювальних і технічних ресурсів.

Результатом роботи є аналіз існуючих підходів щодо підключення альтернативних джерел генерації електричної енергії малої потужності (сонячні фотоелектричні модулі, вітрогенератори та інше) до трифазних мереж синусоїдального струму напругою до 1000 В. Визначено, що такі систем призводять виникнення спотворень цих мереж струмами вищих гармонік. За умови впровадження та подальшої роботи індивідуальних систем генерації електроенергії реалізується система обліку електричної енергії з врахуванням наявної потужності втрат і визначенням режимів систем електропостачання. Як показує досвід, найбільш розповсюджені цифрові лічильники обліку на базі мікропроцесорних пристроїв. Такі пристрої багатофункціональні, але не дають можливості представляти сумарну потужність втрат у вигляді окремих складових.

Мета досягається шляхом застосування способу вимірювання складових сумарної потужності втрат в трифазній системі постачання електричної енергії, який спирається на застосування інформації, що вимірюється та береться з датчиків струму і напруги трифазної системи й надходить до вимірювальної системи. Визначають сумарну потужність втрат у трифазній чотирипровідній системі електропостачання як суму чотирьох втрат потужності:

– мінімально можлива потужність втрат кабельної лінії;

– обумовлена пульсаціями миттєвої активної потужності;
– обумовлена наявністю в системі реактивної потужності;
– обумовлена протіканням струму в нульовому проводі.

Висновки. Розроблено і запропоновано підхід, що дозволяє розширити функціональні можливості систем обліку втрат електричної енергії шляхом застосування запропонованого нового способу представлення сумарної потужності втрат через наявні складові, що виникають і обумовлені характером електромагнітних процесів у трифазній системі електропостачання.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ В КРИЗОВИХ УМОВАХ

Лисенко Оксана Миколаївна, Гончарук С.М., Божко І.К., Опришко В.П., Мороз М.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-96-44, e-mail: lisenko_oks@ukr.net

Мета роботи. Розроблення способів та засобів для забезпечення енергоефективного опалення приміщень в кризових, в т.ч. воєнних умовах, при використанні електричних опалювальних приладів різного типу.

Результати. Системи опалення є одними із найбільших споживачів теплоти в житлових і промислових будівлях. Існує багато способів опалення приміщень, але в сьогоднішніх воєнних умовах необхідно шукати рішення для забезпечення теплотою населення у випадку відсутності централізованого теплозабезпечення або у разі його пошкодження і неможливості відновлення. Одним із можливих заходів вирішення даної проблеми є використання сучасних, малогабаритних, переносних та мобільних електричних опалювальних приладів. Це можуть бути панельні металеві електричні настінні або підлогові обігрівачі з різними робочими тілами (вуглекислий газ, олива), керамічні електричні обігрівачі, твердотільні акумуляційні опалювальні прилади на магнезитній кераміці, а також мобільні теплові насоси малої теплопродуктивності. Для вирішення цієї проблеми були проведені дослідження температурних розподілів опалювального приладу в реальних умовах експлуатації шляхом тепловізійного обстеження, на прикладі електричного конвектора з робочим тілом вуглекислим газом, при опаленні окремого приміщення будівлі. В результаті були отримані термограми, що дозволяють провести якісне оцінювання теплових характеристик. Як видно з термограм, на початку нагріву середнє значення температури поверхні становило 27,3ºС, а через деякий час температура досягла максимального значення 72,5ºС. Потужність обігрівача при цьому була 300 Вт. Для подальшого дослідження обігрівачів і для їх кількісного оцінювання теплових характеристик необхідно проводити експериментальні вимірювання температур та теплових потоків.

Висновок. На основі проведеного тепловізійного обстеження опалювального приладу визначено середні температури на поверхні обігрівача.

Проаналізувавши отримані дані можна стверджувати, що при достатньо малій потужності обігрівача він показав ефективну роботу при опаленні приміщення будівлі.

ВПРОВАДЖЕННЯ УСТАНОВОК СПАЛЮВАННЯ ЗАЛИШКОВИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В ЄС ТА ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ

Павлюк Нонна Юріївна

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 050 387 9070, e-mail: nonna.ittf@gmail.com

Мета роботи. Аналіз основних тенденцій енергетичного використання залишкових муніципальних відходів в ЄС та визначення перспектив впровадження установок спалювання залишкових побутових відходів в Україні.

Результати роботи. Стрімке зростання генерації побутових відходів в світі призводить до різкого погіршення екологічної ситуації на планеті. Задля вирішення цієї проблеми прийнято «Концепцію Сталого розвитку» через перехід до циркулярної економіки. «План дій для Циркулярної Економіки» та «Європейська зелена угода» встановлюють, зокрема, ціль щодо обмеження рівня захоронення муніципальних відходів (MSW) до 10% до 2035 року. «Європейська зелена угода» встановлює також ціль досягти до 2035 року 65% рециклінгу MSW. Енергетичний потенціал 25% залишкових відходів в ЄС відновлюється на установках зі спалювання або із сумісного спалювання відходів (Waste to Energy(WtE)/Energy from Waste (EfW) plants) для вироблення електроенергії та гарячої води для систем централізованого теплопостачання. В 2020 році рециклінгу підлягало біля 30% загальної кількості муніципальних відходів країн ЄС, біля 27% відхо-дів спалювалось на установках WtE/EfW, або сумісно з іншим паливом на цементних заводах. В 2020 році в ЄС працювало 504 установки WtE, на яких перероблялось 101 млн т MSW. Екологічні показники газових викидів сучасних установок WtE завдяки досконалій системі очистки нижчі за екологічні вимоги Директиви 2010/75/ЄС.

Впровадження в Україні європейських підходів до відновлення енергетичного потенціалу залишкових побутових відходів в системах централізованого теплопостачання дозволить скоротити споживання природного газу.

Висновок. Необхідність термінового скорочення кількості природного газу в системах централізованого теплопостачання України передбачає використання місцевих джерел енергії, зокрема енергетичного потенціалу залишкових побутових відходів. На основі проведених розрахунків сформульовані пропозиції щодо доцільності будівництва та підключення до систем централізованого теплопостачання найкрупніших, крупних та великих міст десяти установок WtE в регіональному розрізі. Це дозволить замістити до 10% природного газу, що використовується для опалення та ГВП населення України.

ОСОБЛИВОСТІ КОНВЕКТИВНОГО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО СУШІННЯ ГРУПИ ПРЯНО-АРОМАТИЧНИХ КОРЕНЕПЛОДІВ

Снєжкін Ю.Ф.[1], Гусарова Олена Віталіївна[1,2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, e-mail: ittf_ntps@ukr.net
2 - НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ
тел: +(380-44) 424 47 31, e-mail: o.v.husarova@nas.gov.ua

До зневоднення пряно-ароматичних коренеплодів, відмінною особливістю яких є висока термолабільність, зумовлена наявністю ефірних олій та ароматичних сполук у їхьому складі, пред'являються особливо жорсткі вимоги.

Робота присвячена вивченню особливостей конвективного низькотемпературного сушіння групи пряно-ароматичних коренеплодів **з метою** інтенсифікації процесу зневоднення та розроблення енергоефективних режимів під час одержання овочевих чипсів.

Результати. Відомим технологічним прийомом підвищення продуктивності сушильного обладнання є змінювання питомого навантаження на сушильну поверхню. Нами показано, що збільшення навантаження позитивно впливає на продуктивність установки, сприяє підвищенню обсягів переробленої сировини та легко реалізується у стрічкових сушарках.

На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено кінетичні закономірності процесу конвективного сушіння підготовлених коренеплодів імбиру, калгану, селери, петрушки кореневої та пастернаку, обґрунтовано та розроблено низькотемпературні одно- та двохстадійні режими сушіння. Відповідно до розроблених режи-мів, залежно від виду сировини, температура сушильного агенту підтриму-валась на рівні 45...65°С. Одержані чипси з білих коренеплодів мали високі органолептичні показники.

На прикладі коренеплодів імбиру проведено розрахунок значень відносних коефіцієнтів сушіння та отримано залежність для розрахунку загальної тривалості процесу сушіння відповідно до методу Краснікова В. Використовуючи отриману залежність можна наперед кількісно оцінити тривалість процесу.

Висновки. Інтенсифікацію процесу сушіння можна досягти за рахунок збільшення поверхні випаровування та обґрунтованих низькотемпературних теплових режимів. На підставі узагальнення закономірностей сушіння групи білих коренеплодів, встановлено енергоефективні режими, які дозволяють зменшити теплові витрати на сушіння на 10...15% та забезпечити найбільш повне збереження природних компонентів вихідної сировини. Отримано залежність для розрахунку загальної тривалості процесу сушіння для коренеплодів імбиру.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА КІНЕТИКУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ЯГІД ЛОХИНИ

Петрова Ж.О., Слободянюк К.С., Граков О.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
e-mail: bergelzhanna@ukr.net

У 2023 році частка врожаю українських ягід, яка піде на експорт, перевищить минулорічний показник 30%. Такий прогноз озвучила очільниця асоціації «Ягідництво України» Ірина Кухтіна на форумі «Інтенсивний ягідник» 1 лютого 2023р. Для полегшення транспортування, ягоди лохини заморожуються або охолоджуються в холодильниках. Одним із ефективних способів консервування ягідної сировини може бути сушіння.

Метою роботи було дослідити вплив температури теплоносія на кінетику конвективного сушіння гігротермічно обробленої лохини. Ягоди лохини – термолабільний колоїдний капілярно-пористий матеріал, який ззовні захищений шаром воскового нальоту. Останнє обумовлює необхідність проводити попередню підготовку ягід до сушіння бланшуванням на паровій бані. Дослідним шляхом нами було раніше встановлено, що гігротермічна обробка бланшуванням на паровій бані протягом 1-1,5 хв дозволяє зменшити восковий наліт на лохині та інтенсифікувати тепло-, вологообмін на початку сушіння відносно необроблених ягід.

Дослідження кінетики процесу сушіння ягід лохини оброблених гігротермічно виконано на конвективному експериментальному стенді, розробленому в ІТТФ НАН України у відділі тепломасопереносу в теплотехнологіях. Визначали вплив температури теплоносія на кінетику сушіння гігротермічно обробленої лохини, а саме загальну тривалість зневоднення в залежності від температури теплоносія 60°С та 80°С. При цьому швидкість та вологовміст теплоносія становили v=3 м/с та d=10 г/кг с.п. відповідно. Досліджуваний матеріал розкладався на ситцевий піддон 100х50 мм в 1 шар. Конвективне зневоднення проводили до досягнення матеріалом залишкової вологості W^c = 6%.

Результати. Дослідження впливу температури теплоносія на кінетику сушіння гігротермічно обробленої лохини показали, що при тривалість зневоднення при температурі теплоносія t = 60°С становила τ = 1599,6 хв, а при t = 80°С – τ = 689,25 хв.

Висновки. Дослідним шляхом встановлено, що збільшення температури теплоносія від 60 до 80°С дозволяє скоротити загальну тривалість сушіння гігротермічно оброблених ягід лохини на 57%. Проте високотемпературний режим теплоносія не забезпечує збереження властивостей нативної сировини, про що свідчив колір, смак та запах висушеного матеріалу.

ENERGY-EFFICIENT PREPARATION OF BETANINE-CONTAINING RAW MATERIALS FOR DRYING

Petrova Zhanna

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv
tel: (044)-424-96-39, e-mail: bergelzhanna@ukr.net

Modern nutrition science considers vegetables and fruits as vital foods, because they are main source of many biologically active substances. In Ukraine, vegetables and fruits are seasonal and therefore subject to processing. In addition to dry matter, vegetables and fruits contain from 25% to 97% water. One of the effective methods of processing vegetable raw materials is drying.

The purpose of the work: to investigate the effect of organic acids of plant raw materials on the preservation of beetroot betanin during and after convective drying in compositions.

Work results. Red beetroot is an important antioxidant, because its chemical composition includes water-soluble betalaine pigments (in particular, betanine). During the processing of red beetroot, it is important not only to reduce the energy costs of the process, but also to preserve the biologically active substances of the raw materials. In this regard, an energy-efficient preliminary preparation of raw materials for drying was developed with a complete replacement of heat treatment by blending, as a result of which it was possible to reduce energy consumption by 85% at this stage. The optimal ratio of components was selected, while compositions with a pH in the range of 3.8-4.0 were obtained, at which the red beetroot betanine is most fully preserved. Due to microstructural studies, the effect of organic acids of plant raw materials on the cell membrane of red beetroot was proven with a further decrease in energy consumption for the process of convective dehydration.

It has been scientifically proven that in the created composite mixtures, the return of moisture occurs more intensively than in mono-raw materials, which leads to a reduction in the duration of the process due to the developed preparation of raw materials for drying. Together with the kinetics of the drying process of antioxidants of red beetroot-based, the dependence of betanine preservation on the temperature of the coolant was obtained. Studies have been conducted both on increasing the temperature and decreasing it. At drying temperatures of 40ºC and 50ºC – preservation of betanine at the level of 50%, from 50 ºC to 60ºC its increase to the maximum value is observed 96,1 – 96,5 %.

Conclusions. Therefore, the preliminary preparation of betanine-containing plant raw materials by the method of creating functional compositions with a specially selected ratio of components allows not only to stabilize the components of native raw materials, but also to reduce the total costs of energy carriers for the drying process due to the exclusion of a rather long preliminary hydrothermal treatment in an acidified environment and intensification due to the composition. This method of preparation forms a fundamentally new material for drying at the pre-treatment stage.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ТРИВАЛІСТЬ СУШІННЯ КОМПОЗИТНОЇ СИРОВИНИ НА ОСНОВІ ТВЕРДИХ ЗАЛИШКІВ ТОРФУ

Петров Антон Іванович, **Новікова Ю.П.**

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-96-39, e-mail: yuliianovikova3@gmail.com

З кожним роком у світі зростає енергетична криза. Перехід від традиційних джерел енергії на альтернативні допоможе захистити споживачів від підвищення цін на енергоносії та зменшення залежності від російських енергоресурсів [1].

Мета роботи. Дослідження впливу температури теплоносія на тривалість сушіння композитної сировини на основі твердих залишків після екстрагування гумінових речовин та решток посівів кукурудзи.

Результати роботи. Дослідження кінетики сушіння проводили на експериментальному конвективному стенді з автоматичним збором інформації, який розроблено в Інституті технічної теплофізики НАН України. Проведено серію дослідів по впливу температури теплоносія на тривалість сушіння композитної сировини на основі твердих залишків після екстрагування гумінових речовин та решток посівів кукурудзи.

Для досліджень були задані режимні параметри теплоносія температури 70ºС та 100ºС, швидкість 3 м/с, товщина шару 10 мм, розмір частинки ≥ 0,5мм.

Збільшення температури теплоносія до 100°С, інтенсифікує процес, а температура матеріалу швидко підвищується в 1,8 рази до 90°С і через 18 хв волога матеріалу становить 10%. Сушіння при температурі 70°С, уповільнює процес та нагрівання композиту відбувається до температури 45°С при досягненні вологи матеріалу 10%.

Висновок. Встановлено, що при проведені сушіння з температурою теплоносія 100°С, зменшується тривалість сушіння у 1,8 рази порівняно з 70°С.

Список посилань

1. Демченков Я. Як війна в Україні пришвидшує перехід ЄС на відновлювані джерела енергії. Українська правда, 2022. URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2022/05/12/686934/

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ТРИВАЛІСТЬ СУШІННЯ КОМПОЗИТНОЇ СИРОВИНИ НА ОСНОВІ ЗАСТАРІЛИХ МУЛОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ

Новікова Юлія Петрівна, Петров А.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-96-39, e-mail: yuliianovikova3@gmail.com

В Україні існує проблема переповнених мулових карт, застарілими муловими відкладенями, які мають перевищену зольність. Ці відкладення потрібно перероблювати.

Мета роботи. Дослідження впливу температури теплоносія на тривалість сушіння композитної сировини на основі застарілих мулових відкладень та торфу.

Результати роботи. Дослідження кінетики сушіння виконані на експериментальному конвективному стенді з автоматичним збором інформації, який розроблено в Інституті технічної теплофізики НАН України. Проведено серію дослідів по впливу температури теплоносія на тривалість сушіння композитної сировини на основі застарілих мулових відкладень та торфу. Дослідження проводили при заданих режимних параметрах теплоносія температури 80ºС та 120ºС, швидкості 2 м/с, діаметр гранул 6 мм. Тривалість сушіння торф'яно-мулових гранул з підвищенням температури теплоносія від 80 до 120ºС зменшується на 1,4 рази.

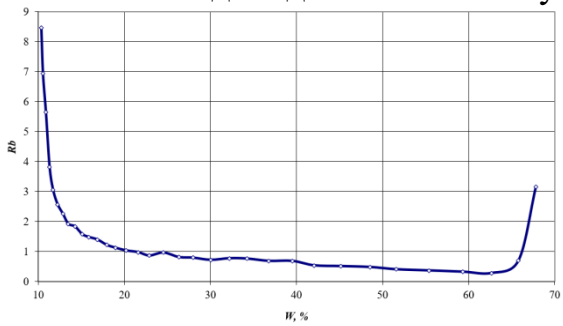


Рис.1. Зміна числа Ребіндера в залежності від вологості композиту на основі торфу та застарілих мулових відкладеннях при t = 80°С

На основі отриманих даних кінетики сушіння композитної сировини при режимних параметрах теплоносія відповідно до дослідження було розраховано залежність зміни числа Ребіндера від зміни середньої вологості зразків під час сушіння. Графік залежності Rb=f(Wc) представлено на рис. 1. Як видно з рис. 1, а, що на початку процесу йде активне прогрівання матеріалу у двокомпонентних гранулах до вологості 68%, потім інтенсивно видаляється волога до 20% з наступним прогріванням матеріалу.

Висновок. Встановлено, що при проведені сушіння при температурі теплоносія 120°С, зменшується тривалість сушіння у 1,4 рази порівняно з 80°С. Розрахунок критерію оптимізації процесу зневоднення композитної сировини показав, доцільність вибраних режимів.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ АМІЛОПЕКТИНОВОЇ КУКУРУДЗИ ПРИ СУШІННІ НА КОНВЕКТИВНОМУ СУШИЛЬНОМУ СТЕНДІ

Пазюк Вадим Михайлович, Вишнєвський В.М., Вишнєвська Т.А.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424-96-38, e-mail: vadim_pazuk@ukr.net

Мета: визначення раціональних режимів сушіння амілопектинової кукурудзи.

Результати роботи. В даній роботі досліджується амілопектинова кукурудза. Зерно має тонкий шар рогоподібної ендосперми, розташований по периметру зернівки. Основна частина зерна заповнена борошнистим ендоспермом, що придає зерну матовий відтінок. Зерно сильно вбирає вологу і в порівнянні з іншими підвидами швидко вражається хворобами і шкідниками, слабо стійке при зберіганні. За технологічними властивостями зерно цього підвиду є гарною сировиною для крохмало-патокової та спирто-горілчаної промисловості, а це передбачає низькі температури сушіння.

Вивчення кінетики процесу сушіння кукурудзи проводились в режимах сушіння 50, 60, 70, 80°С. Зміна режиму сушіння впливає на інтенсивність нагріву та випаровування вологи із зерна, характер кривих залишається незмінним. Збільшення температури теплоносія зменшує тривалість сушіння, температура в середині зерна кукурудзи змінюється. Температурні криві та криві тривалості сушіння мають подібний характер. Це означає, що відбувається рівномірний прогрів матеріалу і процес випаровування вологи відбувається з постійною швидкістю.

Характер кривих швидкості сушіння від впливу температури теплоносія подібний до сушіння капілярно-пористих матеріалів. На початку процесу матеріал прогрівається, потім йде випаровування вологи з насіння кукурудзи в точці максимального значення швидкості сушіння. Далі спостерігається період падаючої швидкості сушіння. Період постійної швидкості сушіння на кривих сушіння не спостерігається.

Якість кукурудзи після сушіння визначається за схожістю насіннєвого матеріалу і проводилась на трьох сортах при вирощування в різних населених пунктах. Найкраща схожість кукурудзи спостерігається при температурі теплоносія 50,60°С і становить 100%, при температурі 70°С 20 – 40%, а при температурі 80°С пророщування не спостерігається, тобто зникають всі насіннєві властивості матеріалу.

Висновок. Проведені дослідження сушіння амілопектинової кукурудзи показали, що раціональний режим сушіння (який враховує інтенсивність процесу та якість матеріалу) становить 60°С при схожості матеріалу 100%.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ КОЛОЇДНИХ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ БІОЛОГІЧНОЇ ПРИРОДИ

Самойленко Катерина Миколаївна, Пазюк В.М.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ,
тел: (066)-476-78-25, (096)-223-53-06,
e-mail: katerynasamoilenkoittf@gmail.com, vadim_pazuk@ukr.net

Сучасний розвиток теплотехнологій в харчовій промисловості є стратегічним та в даний час набуває перспективного напрямку. Питання енергоефективності та інтенсифікації процесу тепломасообміну під час сушіння колоїдних капілярно-пористих матеріалів є актуальним питанням для теплоенергетичної та харчової промисловостей.

Мета роботи: дослідити вплив режимів сушіння на кінетику зневоднення колоїдних капілярно-пористих матеріалів (культивовані гриби Pleurotus eryngii) та визначити найбільш ефективний.

Результати роботи. Культивовані гриби Pleurotus eryngii, які відносяться до колоїдних капілярно-пористих матеріалів, широко використовуються в багатьох країнах світу, найбільше в Китаї, Японії, та цінуються завдяки своїм фармацевтичним властивостям. Оскільки гриби мають короткий термін придатності у свіжому вигляді, то вони однозначно підлягають переробці. Заморожування, консервування або сушіння можуть продовжити термін зберігання свіжих грибів і збільшити їх сезонну доступність і наявність на ринку. Зневоднення відносять до достатньо енергоємних процесів. Тому розробка більш енергоефективних технологій сушіння є актуальним питанням. Сьогодні найбільш ефективними режимами сушіння вважаються комбіновані – поєднання кількох методів зневоднення під час процесу.

В результаті проведених експериментальних досліджень зневоднення культивованих грибів Pleurotus eryngii при наступних режимах: конвективному сушінні 60ºС, 100ºС, інфрачервоному випромінюванні 80, 100 Вт на конвективному стенді (ІЧВ), комбінованому інфрачервоно-конвективному 100 Вт+60ºС, конвективному двохстадійному 100/60ºС виявлено, що відбувається інтенсифікація процесу при комбінованому способі в 1,5 р. у порівнянні із конвективним 60ºС та в 1,3 р. порівнюючи із способом ІЧВ 100 Вт. В подальшому було досліджено якісні характеристики досліджуваних зразків у вигляді порошку після сушіння (коефіцієнт набухання). Найнижчий показник коефіцієнту набухання культивованих грибів Pleurotus eryngii є при конвективному режимі зневоднення 100ºС – 4,45% та при режимі ІЧВ 100 Вт на конвективному сушильному стенді – 4,3%. При режимі 60ºС коефіцієнт набухання становить 5,09%, а при ефективних режимах комбінованому інфрачервоно-конвективному 100 Вт + 60ºС, конвективному двохстадійному 100/60ºС в межах 5,38-6,11%.

Висновки. Отже, ми рекомендуємо при сушінні культивованих грибів використовувати комбінований інфрачервоно-конвективний режим зневоднення, при якому якісні показники мають високі значення.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА В БУНКЕРАХ З РАДІАЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ

Котов Б.[1], Калініченко Роман Андрійович[2], Степаненко С.[3]

1 - ЗВО «Подільський державний університет»,
вул. Шевченка 13, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна
2 - ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»,
вул. Шевченка 10, м. Ніжин, Чернігівська обл., Україна e-mail: rkalinichenko@ukr.net
3 - Інститут механіки та автоматики АПВ;
вул. Вокзальна, 11, смт. Глеваха, Київська обл., Україна, e-mail: Stepanenko_s@ukr.net

Необхідність використання і удосконалення виносних установок для охолодження зерна після сушіння обумовлена вимогами до підвищення ефективності сушарок у господарствах [1-4]. Що, зокрема, досягається шляхом використання охолоджуючих камер сушарки в якості сушильних, а також завдяки впровадженню зерносушарок з агрегатованими твердопаливними топками для періодичного завантаження та виносними охолоджувачами [5].

Розповсюдженими і ефективними виносними охолоджувачами зерна є вентильовані бункери з радіальним розподілом охолоджуючого повітря [6]. Однак, для досягнення синхронізації роботи охолоджувача та сушарки та визначення оптимальних параметрів, потрібно дослідити закономірності теплообміну в нестаціонарних умовах на математичній моделі процесу охолодження нагрітого і висушеного зерна. Це дозволить визначити оптимальні конструктивні та режимні параметри охолоджувача, забезпечивши ефективне використання його разом із сушаркою.

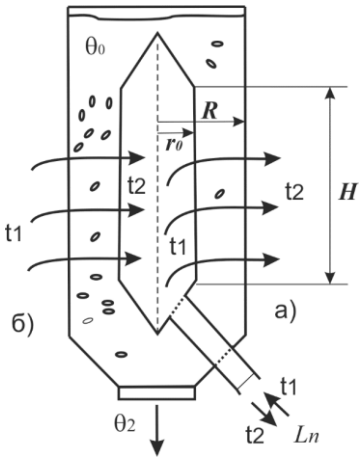


Рис.1. Розрахункова схема охо-

Розрахункова схема охолодження зерна в циліндрично-конічному шарі наведена на рис.1.

Стаціонарний режим охолодження в безперервно діючому охолоджувачі буде описуватися системою рівнянь [6, 7]:

$$\left.\begin{aligned} c_з\rho_з(1-\varepsilon)\frac{\partial\theta}{\partial\tau} &= \alpha(r)S_V(t-\theta); \\ c_n\rho_n\varepsilon\left(\frac{\partial t}{\partial\tau} \pm V_r\frac{\partial t}{\partial r}\right) &= \alpha(r)S_V(\theta-t) \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Для чисельного (компютерного) розвязку систем (1) необхідно мати чисельну залежність $\alpha = f[V_r(\tau)]$. Оскільки коефіцієнт теплообміну залежить від гідродинамічного режиму фільтрації повітря крізь шар зерна, що визначається величиною швидкості повітря на вході в шар зерна V_0, то для ідетифікації було проведено експериментальні дослідження кінетики охолодження шару нагрітого зерна при різних значеннях швидкості повітря на вході в шар. В результаті обробки отриманих експериментальних даних визначене рівняння (2) яке можна представити у розгорнутому вигляді таким чином:

$$\alpha(r) = d_з^{-0.2}\,\frac{(1-\varepsilon)^{0.2}}{\varepsilon}\left(\frac{V_0 r_0}{r}\right)^{0.8}\nu^{-0.8}\cdot 0.0168; \qquad (2)$$

де, $d_з$, ε – діаметр зернини та порозність шару; V_0, r_0– швидкість повітря на вході в шар та радіус внутрішнього циліндра бункеру; ν – кінематична в'язкість повітря.

Задача дослідження теплообміну полягає у визначенні умов найбільш повного використання охолоджуючого потенціалу повітря, що характеризується перепадом температури зерна за радіусом шару і, відповідно, вказує на ефективність функціонування охолоджуючих пристроїв.

Для вивчення закономірностей зміни параметрів повітря та зерна при різних способах подачі охолоджуючого повітря в зерновий шар (від внутрішнього до зовнішнього і навпаки при різних витратах повітря) проведено числові експерименти на основі системи рівнянь (1) при початкових умовах: $\theta(0,r) = \theta_1$; $t(\tau, r_0) = t$ – при русі повітря від центрального циліндра до зовнішнього; $\theta(0,r) = \theta_1$; $t(\tau, R) = t$ – при русі повітря від зовнішнього до внутрішнього.

Результати чисельного розв'язку системи (1) з урахуванням (2) в математичному середовищі Mathematica отримані у вигляді зміни параметрів повітря та зерна в часі і за координатами (рис.2, рис.3).

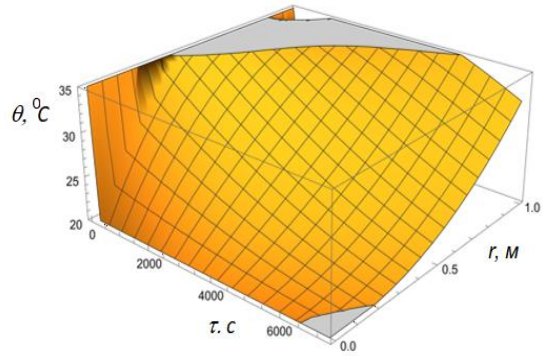


Рис.2. Зміна температури шару зерна в процесі охолодження при русі повітря від внутрішнього циліндра до зовнішнього

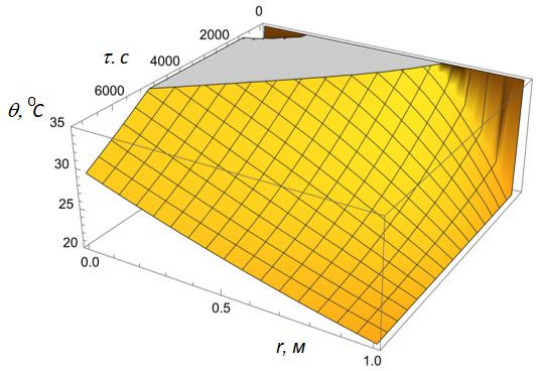


Рис.3. Зміна температури шару зерна в процесі охолодження при русі повітря від зовнішнього циліндра до внутрішнього

Висновки. Чисельними експериментами визначено, що нерівномірність розподілу температури зерна за радіусом шару в стадії закінчення процесу при русі повітря від зовнішнього циліндра до центрального менша чим при русі в зворотному напрямку. Це дозволяє переглянути рекомендації, щодо використання вентильованих бункерів для охолодження зерна після сушіння.

Список використаних джерел.

1. Гапонюк, О. І. Активне вентилювання та сушіння зерна [Текст] / О. І. Гапонюк, М. В. Остапчук, Г. М. Станкевич та інш. – Одеса: ВНВ. – 2014. – 328 с.
2. Калініченко Р.А., Войтюк В.Д. Енергоефективні режими роботи машин для високоінтенсивної термообробки зернових матеріалів. Монографія. Ніжин. НДУ ім. М.Гоголя. 2017. – 260 с.

3. Пазюк В.М., Пазюк О.Д., Романенко О.Д. Енергозберігаючі режими сушіння насіннєвого зерна та реалізації їх у вібраційній зерносушарці // Вібрації в техніці та технологіях. 2016. №3(83). с.202-207.
4. Солона О.В., Котов Б.І., Спірін А.В., Калініченко Р.А. Обгрунтування параметрів поєднаних процесів мікронізації та подрібнення із застосуванням вібраційних технологій при переробці зерна на корм // Вібрації в техніці та технологіях. 2016. №3(83). с.213-218.
5. Бандура В.М., Друкований М.Ф., Зозуляк И.А. Обоснование конструкции вибрационной сушилки для подсолнечника // Харчова наука і технологія. 2012. №3. С. 91-94.
6. Котов Б.І., Мирошник О.В., Степаненко С.П., Калініченко Р.А., Швидя В.О. Моделювання динамічних режимів роботи установок для термообробки зерна у віброзрідженому шарі з комбінованим енергопідведенням // Вібрації в техніці та технологіях. 2011. №1. с.126-129.
7. Рудобашта С.П. Расчет кинетики сушки дисперсних материалов на основе аналитических методов // Інженерно-фізичний журнал. 2010. Т.83. №4. С.705-714.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВАКУУМУ НА ТЕПЛОВІ ВИТРАТИ ПРИ СУШІННІ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Степаненко С.П., Швидя В.О.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національна академія аграрних наук України, м. Київ
e-mail: Stepanenko_s@ukr.net; Shvidia@gmail.com

Одним із шляхів вирішення проблеми зменшення впливу сушарки на зерновий матеріал є використання вакууму у сушильній камері. У роботі [1] показано позитивний вплив вакууму для але досліджень по енергетиці вакуумного сушіння проводилось недостатньо.

Мета роботи — теоретично проаналізувати вплив вакууму на теплові витрати при сушінні зернових матеріалів.

Витрати теплової енергії при сушінні зернових матеріалів можна визначити за формулою:

$$Q_M = r \cdot M_З \cdot (1 + Rb) \cdot \left(u_0 - u_p\right),$$

де r — питома теплота пароутворення, Дж/кг; $M_З$ — маса зернового матеріалу, що сушиться, кг; Rb — критерій Ребіндера, u_0, u_p — початкова та рівноважна вологість зернового матеріалу, відповідно, %.

Як видно із формули, витрати тепла при вакуумному сушінні Q_M прямо пропорційні масі зернового матеріалу$M_З$, критерію Ребіндера Rb та різниці $u_0 - u_p$. Згідно роботи [2] критерій Ребіндера при зменшенні тиску всередині сушильної камери зменшується, що призводить до менших енерговитрат на сушіння.

Таким чином, при вакуумному сушінні зернових матеріалів енерговитрати зменшуються за рахунок зменшення критерію Ребіндера.

Список використаних джерел

1. Shvidia V.O., Stepanenko S.P., Kotov B.I., Spirin A.V., & Kucheruk V.Yu. (2022) Influence of vacuum on drying of seeds of grain crops Herald of Karaganda University. "Physics" series. № 3(107)/2022– p. 90-98. https://DOI/10.31489/2022PH3/90-98.
2. Швидя В.О. Аналітичні дослідження сушіння насіння у вакуумі. Матеріали XXVII Міжнародної науково-технічної конференції "Технічний прогрес у сільському виробництві" та XIX Всеукраїнської конференції-семінару аспірантів, докторантів та здобувачів у галузі аграрної інженерії// ННЦ“ІМЕСГ” НААН України. – Глеваха, 2019. – С. 52-54.

КОМБІНОВАНА МІКРОХВИЛЬОВА СУШКА ЗЕРНА

Капауз Катерина Олександрівна, Бошкова І.Л.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса
тел. (096)3316521 1, e-mail: kapauz@ukr.net, boshkova.irina@gmail.com

Мета. Встановити, який спосіб підведення енергії (мікрохвильовий - МХ, мікрохвильово-конвективний циклічний, мікрохвильово-конвективний безперервний) є оптимальним та які режимні параметри забезпечують високу інтенсивність процесу сушіння та необхідну якість зерна при мінімальних енерговитратах.

Результати. Порівняння сушіння при мікрохвильовому і при мікрохвильово-конвективному безперервному підведенні енергії показує, що збільшення швидкості повітря, що продувається, і його температури сприяє збільшенню швидкості сушіння. Зіставлення експериментальних даних показало, що при продуванні як нагрітим, так і ненагрітим повітрям спочатку швидкість сушіння вище в періоди продування, в кінці – значно посилюється швидкість сушіння в період МХ нагріву, причому для ненагрітого повітря швидкість МХ сушіння стає більшою, ніж у періоди продування. Питомі витрати енергії при продуванні нагрітим повітрям із температурою 50°С збільшуються (в порівнянні продувкою ненагрітим повітрям) на 49%, і 89% - при температурі 70°С. Результати циклічного мікрохвильово-конвективного сушіння в умовах продування шару повітрям, нагрітим до температури 50 ^{o}С, отримані при початковій температурі зерна $t_{зерна}$=20°С, потужність магнетрона Р=600 Вт. Тривалість періоду підведення мікрохвильової енергії завжди становила 10 с, 20 с, 30 с. Зерновий матеріал – овес. У всіх дослідах циклічного МХ-конвективного способу середня швидкість сушіння при продуванні вище, ніж при МХ нагріванні, але збільшення тривалості продування призводить до зменшення швидкості сушіння як у період МХ підведення, так і в період продування. Наявність періодів продування не мало істотного впливу на якісний вид кривої вологовмісту, а температурна крива має пульсуючий характер, максимуми якої відповідають МХ підводу енергії, а мінімуми - продуванню.

Висновки:

1. Оптимальним є одночасний МХ-конвективний спосіб підведення енергії, при якому досягаються максимальна швидкість сушіння, мінімальні питомі витрати енергії та температура матеріалу не перевищує допустиму для зерна.

2. Продування через шар сушильного агента одночасно з МХ нагріванням інтенсифікує міжкомпонентний тепло- і масообмін, прискорює вихід вологи, що переміщається з об'єму зерен до поверхні. В результаті суттєво (майже втричі) зростає швидкість сушіння, знижується тривалість процесу та питомі енерговитрати (приблизно на 40%).

ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СПОСОБІВ СУШІННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУХИХ ГРИБНИХ КОНЦЕНТРАТІВ

Авдєєва Л.Ю., Декуша Ганна Валеріївна, Турчина Т.Я., Костянець Л.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України,
03057, м. Київ, вул. М. Капніст, 2а, e-mail: tbds_ittf@ukr.net

Пошук нових енергозберігаючих способів зневоднення у виробництві продуктів харчування в сухій формі є одним з головних завдань підприємств харчоконцентратної промисловості.

Метою є проведення аналізу існуючих способів сушіння гриба шиїтаке для наукового обґрунтування і розроблення технології виробництва сухого грибного концентрату з високою харчовою і біологічною цінністю.

Результати. Спосіб і теплотехнологічні режими сушіння мають значний вплив на якість та фізико-хімічні властивості грибного продукту в сухій формі. Сушіння гриба конвективним способом в температурному діапазоні 50–70°С в декілька етапів дозволяє максимально зберегти сполуки фенольної природи, органічні кислоти та посилити унікальний аромат гриба. Однак, даний спосіб відрізняється значною тривалістю процесу та підвищеними питомими енерговитратами. Сушіння інфрачервоним випромінюванням дозволяє провести швидке видалення вологи при невисоких температурах (до 60°С), що дозволяє практично повністю зберегти цінні біологічно активні речовини, вітаміни, природний колір, смак і аромат висушуваних продуктів. Однак, цей спосіб є проб-лематичним, оскільки сушіння відбувається тільки в поверхневих шарах матеріалу, що ускладнює видалення вологи із внутрішніх шарів та призводить до зниження продуктивності. Сублімаційний спосіб є дорогим та складним в апаратурному відношенні, але витрати на обладнання та експлуатацію можуть бути виправдані відмінними показниками якості висушеного гриба. Розпилювальне сушіння дозволяє організувати промислове виробництво грибного порошку у великих обсягах та високої якості, що є економічно доцільним. Характерним є незначний температурний вплив на продукт в процесі зневоднення, а використання структуруючих добавок

при даному способі сушінні дозволяє зберегти унікальний аромат гриба за рахунок капсулювання ароматоутворюючих сполук. Енергоощадним шляхом є поєднання різних способів сушіння, що дозволяє отримати порошок гриба в сухій формі з заданими фізико-хімічними властивостями.

Висновки. Аналіз сучасних результатів досліджень показав, що для подовження терміну зберігання і збереження біологіно активних речовин шиїтаке використовують всі відомі способи сушіння або їх поєднання. Велику увагу дослідників привертає енергоефективність обраних теплотехнологічних режимів та їх вплив на фізико-хімічні показники готової продукції в технологіях виробництва сухих грибних концентратів.

ЕКСТРАГУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В КАВІТАЦІЙНОМУ ЗМІШУВАЧІ СТАТИЧНОГО ТИПУ

Авдєєва Л.Ю., Макаренко Андрій Анатолійович

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна,
тел.:+38-044-453-28-44, e-mail: avdeeva22@ukr.net

Рослинні екстракти, які є головним джерелом багатьох біологічно активних речовин (БАР), широко використовуються в рецептурах багатьох продуктів, препаратів, лікарських засобів. Велика кількість видів рослинної сировини різного складу і властивостей вимагає постійного удосконалення існуючих технологій і обладнання для екстрагування. Сучасні вимоги щодо комплексної, інтенсивної і енергоефективної переробки рослинної сировини потрібують використання ефективних способів обробки з високим ступенем впливу на матеріал і зменшення енерговитрат технологічного процесу. Для цього необхідно застосування нових технологій і обладнання, що враховують специфіку переробки різного роду рослинної сировини.

Мета роботи є дослідження екстрагування рослинної сировини в кавітаційному змішувачі статичного типу для інтенсифікації масообмінних процесів.

Для дослідження були використані попередньо подрібнені до 0,1-2 мм сухі квітки календули лікарської. Екстрагентом було обрано дистильовану воду. Перед кавітаційною обробкою квітки нагідок витримували в дистильованій воді при температурі 20±2ºС впродовж 25 хв. при гідромодулі 1:15. Після набухання отриману суспензію направляли на подальшу кавітаційну обробку в експериментальному стенді для проведення досліджень.

Аналіз результатів кінетики масообмінних процесів і мікроструктурних досліджень показав, що під дією інтенсивного впливу гідродинамічної кавітації відбуваються незворотні морфологічні зміни структурних систем рослинного матеріалу в результаті яких змінюються структурно-механічні властивості суспензій і фізико-хімічні властивості одержаних екстрактів. Проведені дослідження дозволили провести вибір і запропонувати певні геометричні параметри конструкції апарату, а також теплотехнологічні

режими для виробництва екстрактів заданого хімічного складу.

Висновки

Статичний кавітаційний змішувач типу сопла Вентурі є високоефективним обладнанням в технологіях отримання екстрактів з рослинної сировини.

Використання апаратів такого типу дозволяє значно збільшити інтенсивність масообмінних процесів при екстрагуванні за рахунок ефективного диспергування частинок твердої фази, збільшення поверхні контакту між фазами, а також інтенсивного перемішування маси суспензії.

Раціональний вибір геометричних параметрів конструкції апарату і теплотехнологічних режимів проведення процесів дозволяє отримати екстракти заданого хімічного складу із високим вмістом БАР.

КІНЕТИКА СУШІННЯ КРАПЕЛЬ РОЗЧИНІВ СИРОВАТКОВОГО БІЛКУ ЯК СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОГО КОМПОНЕНТУ ДЛЯ ФРУКТОВО- І ЯГІДНО-БІЛКОВИХ КОМПОЗИЦІЙ

Турчина Т.Я., Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Костянець Леся Олександрівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст, м. Київ, e-mail:tbds_ittf@ukr.net

Білок – це життєво важлива високопоживна речовина, необхідна для створення, підтримки і оновлення тканин, клітин і органів по всьому тілу. Брак білків у раціоні харчування, тим більш, малих дітей, військових, спортсменів, важкохворих або прооперованих важкопоранених, призводить до суттєвих ускладнень у життєдіяльності усіх органів і систем організму.

Всі білки - це полімери, мономерами яких є амінокислоти. У складі більшості досліджених білків всіх живих організмів виявлено 20 амінокислот, що беруть участь в їх побудові.

Сироваткові білки, одержані після ультрафільтрації підсирної сироватки у виробництві твердів сирів (КСБ), завдяки здатності до швидкого засвоювання наділені функціональними і оздоровчими властивостями. Їх біологічна цінність вище, ніж у інших білків.

Враховуючи здатність білків до утворення міцних структур, застосування саме сироваткового білку у композиційних продуктах оздоровчого та функціонального призначення на основі зернової, фруктової або ягідної сировини, яка проявляє термопластичні і адгезійні властивості при розпилювальному сушінні, є актуальним і перспективним завданням, що вимагає ретельного вивчення потенційних можливостей їх складових при сушінні.

Мета роботи полягала у дослідженні кінетичних характеристик зневоднення крапель розчинів сироваткового білку з C_o=5% та 10% в системі «крапля-парогазове середовище» при температурі $T_п$=140, 160 та 180°C.

Проведені дослідження показали, що при збільшенні вмісту сухих речовин у розчині сироваткових білків від 5% до 10% тривалість випарювального періоду скорочується у 2,5 – 3 рази, темп нагрівання крапель у стадії кіркоутворення знижується у 3 рази, а в стадії досушування при $T_п$=160 і 180°С - на 16% і 27% відповідно, що з урахуванням $\tau_{кр3}/\tau_{заг}\geq 0,8$ і $\tau_v/\tau_{заг}\approx 0,2$ білків сироватки сприятиме створенню щадних умов для сушіння фруктово- та ягідно-білкових композиційних продуктів до низької кінцевої вологості і, тим самим, збереження їх цінних термолабільних складових.

Встановлено, що підвищення температури від 140°С до 180°С і вмісту сухих речовин від C_o=5% до 10% сприяє на 15% більшому скороченню загального часу сушіння та зміцненню структури висушених часток, що важливо для своєчасного видалення порошкового продукту з зони термічної дії.

Висновки. Експериментально доведена здатність сироваткових білків висушуватись до стану сухого порошку низької кінцевої вологості дозволить одержувати високоякісні фруктово- і ягідно-білкові продукти оздоровчого і функціонального призначення методом розпилювального сушіння.

ТЕКСТИЛЬНІ І ШТАПЕЛЬНІ БАЗАЛЬТОВІ ВОЛОКНА – ОСНОВА МАТЕРІАЛІВ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ПРИ ПОВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ

Кремньов В'ячеслав Олегович, Тимощенко А.В., Бєляєва І.П., Корбут Н.С., Стецюк В.Г.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424 1586, e-mail: kremnev@ukr.net

Мета роботи. Істотне зниження собівартості базальтових волокон, як необхідної умови розширення їх використання у господарстві.

У розробці технологій виробництва базальтових волокон провідне місце у світі посідав колишній СРСР, а в ньому головну роль відігравали вчені та промисловці УРСР. Сировина – щебінь магматичних гірських мінералів (базальти, діабази, андезити тощо). На сьогодні вироби з волокон з усіх цих порід називають базальтовими. Україна має значні переваги через те, що прикарпатські базальти є виключно придатними до одержання тонких волокон завдяки здатності їх розплаву перебувати у пластичному стані в широкому діапазоні температур і вважаються специфічним родовищем корисних копалин. Наприклад, на теренах колишнього СРСР вони на сьогодні виявлені лише в Україні (Закарпаття) і у Грузії.

Волокна розподіляються на два основні напрями: штапельне базальтове супертонке волокно (БСТВ) і продукція на його основі; базальтова безперервна комплексна нитка (БКН) і текстильні (плетені) вироби на її основі. БСТВ це сукупність волокон Ø 1-3 мкм (базальтова «вата»). Всі волокна це вироби подвійного призначення. У військовому машинобудуванні – як пожежо-, вібро- і хімічно стійкий, ефективний, легкий і довговічний,

тепло-, звукоізоляційний матеріал для літаків, танків, кораблів, підводних човнів тощо. У цивільній сфері: у енергетиці - для високотемпературної теплоізоляції на ТЕЦ та АЕС; у будівництві - для вогнезахисних систем та довговічної, екологічної теплоізоляції, що одночасно підвищує вогнестійкість споруд.

БКН складається поєднанням 400 елементарних безперервних ниток товщиною 10-15 мкм кожна. БКН (діректровінг) є основою базальтових текстильних матеріалів. Це, як і БСТВ, продукція подвійного призначення. На сьогодні майже вся використовується, як основа композитних матеріалів для виробництва касок і бронежилетів.

У будівельних технологіях плетені вироби із БКН замість сталевої арматури забезпечують багаторазове збільшення терміну експлуатації бетонних споруд з одночасним підвищенням міцності бетонів. Подрібнена на фрагменти БКН (так звані «чіпси») при додаванні навіть незначної кількості у бетонну масу у декілька разів підвищує міцність споруд.

Висновок. Багаторічні сумісні роботи ІТТФ з Чернівецьким заводом теплоізоляційних матеріалів дозволили знизити приблизно в 1,5 рази собівартість продукції в умовах постійного здорожчання природного газу.

ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ – СКЛАДОВІ СИСТЕМНОЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ НА ОСНОВІ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН

Кремньов В'ячеслав Олегович, Тимощенко А.В., Бєляєв Г.В., Шпільберг Л.Ю., Жуков К.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424 1586, e-mail: kremnev@ukr.net

Мета роботи. Зниження собівартості теплоізоляційних матеріалів і виробів на основі базальтових волокон, як необхідної умови розширення їх використання у суспільному господарстві.

Результати. На протязі останніх 12 років проведені фундаментальні наукові дослідження на тему ***«Науково-технічні основи підвищення енергоефективності виробництва та використання теплоізоляційних матеріалів на основі базальтових волокон»***. Результати широко оприлюднені і узагальнені у докторській дисертації Тимощенка А.В. На цій фундаментальній основі розроблені і впроваджені спільно з Чернівецьким заводом теплоізоляційних матеріалів:

Модернізована конвеєрна установка для сушки пласких напівжорстких теплоізоляційних виробів на основі базальтового супертонкого волокна. Досягнуто збільшення продуктивності на 25-35%; зниження питомих енергетичних витрат на 15%.

Модернізована тунельна установка конвективної сушки дискретно-безперервної дії для зневоднення плит теплоізоляційних на основі базаль-

тових супертонких волокон. Збільшена продуктивність в 1,3 рази; знижені питомі витрати природного газу в 1,7 рази; знижено недопал (CO≤130 мг/м^3) - зменшено викиди парникових газів на ~ 740 т/рік.

Дослідно-промислова конвеєрна установка виробництва вогнестійких композиційних панелей. Досягнуто підвищення: ступеня вогнестійкості панелей з EI30 до EI60 (згідно з ДБН-В1.1-7-2016); продуктивності дослідно-промислової установки в 2,5 рази.

Інноваційна технологічна конвеєрна лінія з виробництва базальтового картону на мінеральному та синтетичному зв'язуючому. Теплопостачання лінії - виключно за рахунок ВЕР від виробництва волокон.

Нова енергоефективна модульна дослідно-промислова установка виробництва базальтової безперервної комплексної нитки (діректровінгу). Забезпечено споживання природного газу знижено у 2 рази; середня міцність волокна вища у 1,2-1,4 рази.

Висновки.

1. Розробки істотно підвищили технічний рівень виробництва.
2. Планується продовження робіт зі створення високопродуктивного виробництва спеціалізованої будівельної теплоізоляції.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПЕЧЕЙ ПЛАВЛЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ (НА ПРИКЛАДІ ПЕЧЕЙ БАЗАЛЬТОВОГО ВИРОБНИЦТВА)

Сорока Борис Семенович[1], Кремньов В.О.[2], Тимощенко А.В.[2]

1 – Інститут газу НАН України, м. Київ
тел. 38 (044) 455-59-98, e-mail: boris.soroka@gmail.com
2 – Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 38 (063) 614-32-51, e-mail: kremnev@ukr.net

Мета роботи*:* розробка теплофізичних засад і створення на цій основі принципів проектування і конструкцій високоефективних плавильних печей із складовими системами(пальники, рекуператори) нової генерації.

1. На відміну від котельних агрегатів та парогенераторів, технологічні печі відрізняються суттєво більш низькою ефективністю використання палива, що принципово відповідає ККД термодинамічно обратимого теплового двигуна (ідеального циклу теореми Карно):

$$\eta_f = 1 - Q_2 / Q_1 = 1 - T_2 / T_1 = 1 - f(t_1, t_2),$$

де $f(t_1, t_2)$ - функція виключно температур гарячого (температура T_1) та холодного (температура T_2) джерел (умовних резервуарів). Із залежності для ККД «ідеальних» печей витікає необхідність підвищення максимальної температури T_1 (звичайно в цій якості використовується теоретична температура горіння T_T) та зменшення температури викидних газів $T_{fl} = T_2$.

2. Для сучасних печей енергетична ефективність розраховується для системи «піч – утилізатор теплоти», тобто в якості згаданої температури T_{fl}

слід розглядати температуру продуктів згоряння на виході з рекуператора.

Відповідно до фундаментальної термодинамічної концепції напрями удосконалення традиційних печей реалізуються з

- використанням систем «oxy-fuel combustion» (використання збагаченого киснем окислювача-повітря);
- збільшенням T_1, високий підігрів повітря-окислювача в рекуператорі;
- збільшенням T_1 із супутнім зниженням T_2.

Ступінь неідеальності печей зменшується, а екологічна досконалість підвищується за рахунок використання нової генерації плоскополум'яних пальників на ефекті Коанда, які суттєво збільшують теплообмін з термічно оброблюваними матеріалами та виробами.

Висновки: запропоновані термодинамічні засади, принципи проектування енергоефективних, екологічно перспективних плавильних печей, створені пальникові пристрої (плоскополум'яні пальники) та рекуперативні утилізатори теплоти.

THE DOMESTIC DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF DRYING PLANTS FOR ORGANIC WASTE PROCESSING

Liashenko Andrii

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, 03057, Kyiv, st. M. Kapnist, 2a, e-mail: A.Lyashenko@ukr.net

Purpose of exploration. The level of use of renewable wet biomass resources in Ukraine is currently many times lower than in European countries, and in recent years there has been a clear trend towards further deterioration of this indicator. Justification of the choice of the method of combined drying and grinding processes in a cell with a mechanical rotor during processing of high-heat-sensitive materials and nozzle drying method.

Results. The IET of the National Academy of Sciences of Ukraine has long been conducting research aimed at creating energy-efficient equipment for the utilisation of organic waste from the agro-industrial complex.

The shows an installation for drying organic waste from poultry farms with a capacity of up to 600 kg/h, with the possibility of heat treatment of highly moist materials with a moisture content of up to 90%. Specific energy consumption: up to 3500 kJ/kg of fresh moisture (850 kcal/kg of fresh moisture).

Based on the results of experimental studies, technologies and equipment for processing thermolabile materials (chicken manure, fish meal, sugar production waste, etc.) were developed at the IET of the National Academy of Sciences of Ukraine under various drying conditions.

The shows the following pilot rotary installation developed at the IET of the National Academy of Sciences of Ukraine, which can be used for drying wood chips with a fuel capacity of up to 1000 kg/h, with the possibility of heat treatment of highly moist materials with a moisture content of up to 55%. Specific energy performance: up to 4000 kJ/kg of moisture content (950 kcal/kg of

moisture content).

Conclusions. 1. Author experimentally proved that the grinding elements on the small size, which is organized in the same cell allows artificially maintain the temperature of the surface of the material close to the wet bulb temperature, thus reducing finding material in the second period to a minimum.

2. These tentative thermodynamic indicators point to the prospect of the use of cameras simultaneously drying and grinding in the processing of heat-sensitive materials.

3. The results of the author's work can be used in the design of energy efficient drying equipment for the production lines for processing organic heat-sensitive materials.

CALORIMETRIC METHODS FOR STUDYING THE BIOLOGICAL ORIGIN SUBSTANCES

Makeev Andrii Volodimirovich[1], Burova Z.A.[1], Ivanov S.O.[2]

1 - National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
2 - Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine, Kyiv
tel. (044) 453-28-42, fax (044) 453-28-43, e-mail: teplomer@ukr.net

Optimization and improvement of technological processes in the food industry require reliable information about the main thermophysical characteristics of raw and biological origin material.

A large part of the food technology processes belongs to thermal processes, their kinetics obey the heat transfer laws, and mass exchange processes (diffusion), often these processes are interconnected and occur simultaneously.

New ingredients invention and creation the food products based on them, also technological processes development require updating the existing base of thermophysical characteristics, in particular, coefficients of heat and thermal conductivity, values of specific heat capacity and heat of vaporization, etc. Reference books usually contain information on the main thermophysical characteristics of raw materials and semi-finished products in the form of discrete tabular values for fixed temperature values or presented as empirical dependences in limited temperature ranges. This makes it possible to carry out technological and engineering calculations with a certain accuracy in practice, but is currently insufficient for scientific research.

Calorimetric studies are conducted to calculate the thermodynamic characteristics of substances, chemical equilibria, to establish the relationship between the thermodynamic characteristics of substances and their properties and structure, as well as to draw up heat balances of technological processes in the food, biotechnological, and pharmaceutical industries. To obtain reliable calorimetric information about the material during its linear or stepwise heating or cooling, to determine the melting point and estimate the degree of purity of the substance, to study the kinetics of the drying, lyophilization and crystallization processes, develop differential scanning calorimetry and thermogravimetric analysis, which

in combination will form a synchronous thermal analysis method.

Analytical determination the specific heat evaporation of plant raw materials is associated with significant difficulties, and often practically impossible, it is necessary to calculate the characteristics of a mixture of several liquids and insoluble substances at the same time.

The experimental method of synchronous thermal analysis allows to study the processes of dehydration of raw materials associated with the removal of free and bound moisture, which is a mixture of numerous complex substances (saccharides, organic acids, plant pigments, colloidal pectin solutions, essential fatty acids, aldehydes, alcohols, terpenes etc.). The obtained results were used in the calculations of optimal drying parameters of raw and biological origin materials.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ ТЕПЛООБМІННИКІВ ТА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО МОДУЛЯ НА ПРОЦЕС ТЕПЛОМАСООБМІНУ ЗА УЧАСТЮ РУХОМОГО ПОВІТРЯ

Кшевецький Олег Станіславович

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського 2, Чернівці, 58012, Україна

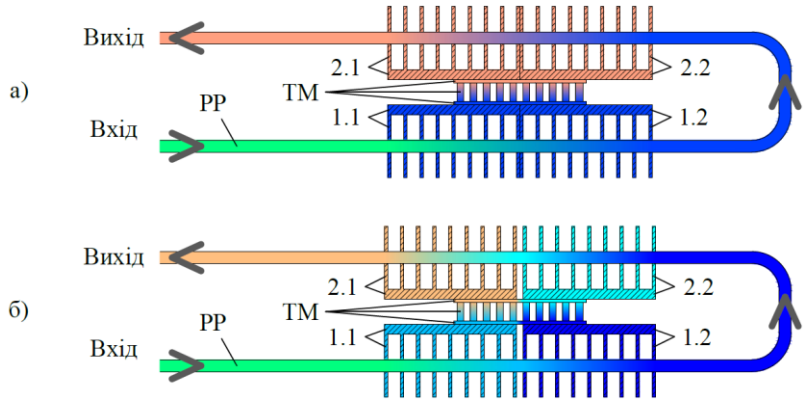


Рис. 1. Спрощені схеми досліджуваного процесу: напрям руху РР – вказаний стрілками; 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 – теплообмінники; різні температури РР, ТМ та теплообмінників спрощено відображені різними кольорами; а) – випадок, коли сусідні теплообмінники просторово поєднані; б) – випадок, коли сусідні теплообмінники просторово відокремлені.

Ця робота здійснена у контексті дослідження частинного випадку процесів, в яких має місце тепловий контакт (ТК) рухомої речовини (РР) з теплопоглинальною і тепловиділяючою теплообмінними частинами принаймні двох теплових насосів, зокрема, – термоелектричних [1]. **Об'єктом дослідження** цієї роботи є процес за участю РР (повітря), термоелектричного модуля (модуля Пельтьє; далі по тексту – ТМ), декількох теплообмінників, які мають ТК з теплопоглинальною та тепловиділяючою сторонами ТМ згідно з рис. 1 (далі по тексту – *досліджуваний процес*). **Метою роботи** є експериментальна оцінка впливу взаємного розташування ТМ та теплообмінників на ефективність *досліджуваного процесу*.

Результати. Здійснена експериментальна оцінка впливу взаємного

розташування ТМ та теплообмінників на ефективність *досліджуваного процесу*.

Висновок. Просторове відокремлення сусідніх теплообмінників (рис. 1 б) у порівнянні з рис. 1 а)) може підвищити ефективність *досліджуваного процесу* (зокрема, енергоефективність).

Література

1. Kshevetsky O.S. (2018). Estimation of the efficiency of partial case of heat and mass transfer processes between heat pumps and moving substance, part 2. *J.Thermoelectricity, 2,* 56–68.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЕРНЕНОГО СПОСОБУ ГАЗИФІКАЦІЇ

Скляренко Євгеній Валентинович

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, 03057, м. Київ, тел. (068)510-99-02; e-mail: SklyarenkoEV@Nas.gov.ua

Метою даної роботи є підвищення ефективності оберненого способу газифікації низькосортного твердого палива для отримання силового газу.

Результати. Для силового газу строго регламентована концентрація пилу і смол в його складі.

Для його виробництва широкого поширення набув шаровий процес, з оберненим способом газифікації твердого палива, яке в шахті газогенератора, рухається зверху донизу, як і дуття (окислювач) та отриманий силовий газ рухаються в супутньому потоці. По ходу потоків, в шахті газифікатора розміщуються зони підготовки, окислення, відновлення і зона золи та шлаку. В зоні підготовки паливо підсушується і піддається частковій термічній деструкції на леткі і коксовий залишок за рахунок теплового випромінювання і теплопровідності шару палива. Конвективна ж складова майже відсутня, що погіршує процес підготовки палива і створює певні труднощі при використані вологого палива.

Попадання ж значної кількості вологи і холодного палива в зону газифікації, призводить до зниження її температури, що погіршує ефективність самого процесу. При цьому частина вологи і летких (смоли, та інші високомолекулярні сполуки) не піддаються подальшому крекінгу, що відповідно, погіршує процеси у відновній зоні та якість силового газу.

Для підвищення ефективності поперечного способу газифікації, пропонується його поєднати з елементами фронтального способу газифікації, розробленого в Інституті технічної теплофізики НАН України [1], що дозволяє збільшити частку конвективного теплообміну і суттєво підвищити повноту підготовки палива.

Для визначення найбільш ефективних технологічних параметрів процесу і отримання вихідних даних необхідних для розрахунку газогенератора, була розроблена математична модель робочого процесу, основні положення якої розглянуті в [2].

Висновки. Як показали розрахунки, покращення якості підготовки палива, за рахунок збільшення конвективної складової теплообміну, дозволяє суттєво підвищити ефективність процесу і якість отриманого силового газу, а також спростити систему його очистки.

Література.

1. Скляренко Є. В., Воробйов Л.Й. Спосіб і установка для спалювання твердого палива та відходів. Modern Scientific Researches. 2020, №11, Part 2.**)**
1. Nosach V.G. Mathematical modeling of heat and mass transfer in a concentrated disperse system with chemical reactions / V.G Nosach, A.A. Shraiber, E.V Sklyarenko // Proc. 10 Workshop «Two-Phase Flow Predictions». Halle: Martin – Luther University.-2002.-P. 412-417

ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ – СКЛАДОВІ СИСТЕМНОЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН

Тимощенко Андрій Володимирович, Кремньов В.О., Бєляєв Г.В., Шпільберг Л.Ю., Жуков К.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424 1586, e-mail: kremnev@ukr.net

Мета роботи. Зниження собівартості базальтових волокон, як необхідної умови розширення їх використання у суспільному господарстві.

Результати. На протязі останніх 12 років проведені фундаментальні наукові дослідження на тему «Науково-технічні основи підвищення енергоефективності виробництва та використання теплоізоляційних матеріалів на основі базальтових волокон». Результати широко оприлюднені і узагальнені у докторській дисертації Тимощенка А.В. Ці роботи склали науково-технічну фундаментальну основу «Системної інтенсифікації».

Розроблені і впроваджені спільно з Чернівецьким заводом теплоізоляційних матеріалів:

Головний зразок печі плавильної базальтової рекуперативної типу ППБ-1РК, з металокерамічним рекуператором із карбіду-кремнія. Забезпечено зниження питомих витрат природного газу.

Головний зразок печі плавильної регенеративного типу ППБ-2РГ для плавлення базальту. Забезпечено зниження питомих витрат газу.

Головний зразок печі плавлення базальту регенеративного типу ППБ-2РГ з двоступеневим регенератором. Удвічі знижено об'єм імпортних мулітокорундових насадок-регенераторів. Зниження питомих витрат природного газу по відношенню до існуючих аналогів до 5 разів.

Нова ефективна дослідно-промислова базальто-плавильна піч рекуперативного типу з металевим рекуператором. Не використовуються імпортні вогнетривкі матеріали; продуктивність печі збільшено в 1,3 рази; зменшено питомі витрати: енергетичні на 15%, капітальні – в 2 рази.

Дослідно-промисловий зразок нового агрегату другого покоління з ви-

робництва базальтового супертонкого волокна (БСТВ) за дуплекс-технологією і виробів на його основі (рулонного холста, прошивних матів та ін.). Річна економія природного газу при експлуатації одного агрегату 110 тис. м^3. Собівартість кінцевої продукції знижена у 1,6 рази.

Висновок.

Результати слід вважати такими, що принципово підвищили технічний рівень виробництва волокон.

ІННОВАЦІЙНИЙ ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВИЙ ТЕПЛОМАСООБМІННИК–УТИЛІЗАТОР

Тимощенко Андрій Володимирович, Кремньов В.О., Бєляєва І.П., Корбут Н.С., Стецюк В.Г.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 424 1586, e-mail: kremnev@ukr.net

Більшість процесів виробництва базальтових волокон та виробів на їх основі характеризуються малими та середніми потужностями технологічного обладнання. У той самий час, специфіка цих процесів обумовлює утворення теплових ВЕР високого потенціалу. Джерелом вторинного ресурсу виступає високотемпературна суміш продуктів згоряння природного газу від ванних базальтоплавильних печей та цехового повітря. Суміш забруднена пилом та волокнами з розмірами частинок 1-3 мкм. Температура продуктів згоряння природного газу 500-700˚С, температура суміші газів 150-230˚С, вологовміст продуктів згоряння 134-142 г вл./кг с.п., вологовміст суміші газів 34-36 г вл./кг с. п., запилення суміші газів 0,03-0,05 г/м^3.

Мета роботи. Створити з використанням серійних оребрених водоповітряних теплообмінних апаратів рекуперативного типу уніфікований тепломасообмінник, який не потребує попереднього очищення високозапилених газів, і на його основі - загальнозаводську систему опалення за рахунок утилізації теплоти вторинних енергоресурсів.

Результати. В установці застосовані інноваційні технічні рішення щодо способу роботи і пристрою для її апаратурного оформлення, які забезпечують одночасно тепломасообмін і очищення газів. В установці проводиться періодичне очищення теплообмінної поверхні іззовні. В цьому пристрої теплофікаційна вода просувається у внутрішньому просторі оребрених теплообмінних труб. Забезпечені мінімальні значення аеродинамічного та гідравлічного опорів утилізатора з метою мінімізації експлуатаційних витрат на прокачування середовищ. Уніфікований тепломасообмінник має наступні технічні характеристики:

- Температури теплоносія на вході/виході — 60/40 ˚С.
- Об’ємна витрата газових вторинних ресурсів — до 2800 м^3/год. (до 2426 кг/год).
- Живий переріз для проходу:
  газового потоку — 0,329 м^2;

теплоносія 0,000846 м^2.

- Поверхня теплообміну 4х16,34 = 65,36 м^2.
- Повний аеродинамічний опір до 1200 Па.

Система утилізації реалізована на Чернівецькому заводі ТІМ забезпечує фактичний економічний ефект до 1,20 млн. грн./рік.

Висновок. Аналогічні системи можуть мати значне поширення при утилізації теплоти запилених газових викидів, що містять пил не схильний до злипання (як і у випадку базальтових волокон).

ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОТРИМАННЯ КСЕРОГЕЛІВ

Басок Б.І.[1], Павленко А.М.[2], Грабова Тетяна Леонідівна

1 – Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна, м. Київ, тел.: (+38096) 294-16-42, e-mail: gtln@ukr.net

2 – Келецький Технологічний Університет, Польща

Розробка методів отримання нових ієрархічно організованих пористих структур вимагає пошук компромісу між низкою параметрів, які визначають їхню функціональну ефективність.

В роботі розглянуто органо-неорганічні гелі, які синтезовані золь-гель технологією. Для матеріалів, що досліджуються, такими параметрами є дисперсність монолітів (наноструктурованих макрочастинок), величина питомої поверхні, розміри пор, величина об’єму адсорбційного простору. Адсорбційна здатність гелю, як основний функціональний показних ефективності сорбентів, тим більша, чим більше розвинута його поверхня, що обумовлено розмірами глобул (наночастинок) і дисперсністю монолітів, а адсорбційний об’єм пор та розміри пор – щільністю упакування глобул й монолітів.

Досліджені системи мають міцну високорозвинену структуру з аномальною реологічною поведінкою і є чутливими до зсувних деформацій, вплив яких істотно зростає в процесі диспергування й призводить до втрати плинності суспензії.

При гідродинамічній обробці, з одного боку зростає дисперсність монолітів, а з іншого – відбуваються структурні перебудови, що призводить до зміни функціональних властивостей. Варіювання співвідношенням компонентів суспензії, параметрами гідродинамічної обробки та тривалістю її дії дозволяє регулювати розміри пор і, відповідно, їх сорбційний об’єм.

Встановлено, що в умовах температурного впливу на структуру монолітів гідрогелів як об’єктів сушіння, що пройшли попередню ДІВЕ-обробку, відбувається зменшення їх питомої поверхні, викликаного усадкою й ущільненням пористих структур з закриттям надтонких пор.

Результати комплексу науково-технічних досліджень дозволило здійснити трансфер технології для виготовлення суспендованих форм адсор-

бентів на основі гідрогелів: розроблена установка, яка пройшла промислові випробування, запропонована технологічна схема та параметри ДІВЕ-технології отримання кремнійорганічних сорбентів. Запропонована технологія ефективна для застосування, як проміжна стадія, при отриманні пористих структур у формі ксерогелів.

СТВОРЕННЯ ДИНАМІЧНОГО СТАНУ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ З КОНСИСТЕНТНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Грабова Т.Л., Базєєв Ростислав Євгенович, Посунько Д.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна, м. Київ,
тел.: (044) 424-98-86, e-mail: htplab@ukr.net

Мета. Пошук ефективних та енергоощадних підходів при плавленні сумішей вуглеводнів (вазеліни, ланоліни, парафіни, церезини, суміші жирів рослинного і тваринного походження) Були здійснені тепловізійні дослідження які проводили в ході натурних випробувань термоконтактного плавлення сумішей вуглеводнів (вазеліну). Аналітичні дослідження кінетичних параметрів процесу термоконтактного розріджування проводились за алгоритмом, що базується на рівняннях тепломасоперенесення в системі “термоконтактна поверхня-розплав-твердий масив” в одномірній постановці відносно переміщення фронту плавлення.

За **результатами** проведено порівняння результатів розрахунків з результатами натурних випробувань термоконтактного способу розріджування з динамічним фронтом і примусовим видаленням розплаву на прикладі консистентної вуглеводневої суміші (вазеліну). Запропоновано термоконтактний спосіб з динамічним фронтом плавлення, який реалізується шляхом конвективного теплообміну через поверхню термоконтактного диска і занурюється в ємність з консистентним матеріалом. По досягненні певного шару розріджуваного матеріалу, розплав примусово відводиться з термоконтактної зони. Це дозволило скоротити тривалість теплового впливу та підвищити ефективність інноваційних технологій отримання продуктів на основі консистентних матеріалів.

Висновки. Запропонований методологічний підхід із застосуванням реометрії дозволяє моделювати комбінований спосіб розріджування, який поєднує паралельні процеси термоконтактного нагрівання і зсувних деформацій. За результатами комплексу досліджень запропоновано оптимальні конструктивно-технологічні рішення для реалізації комбінованого методу розріджування консистентних матеріалів. Для фармацевтичних технологій отримання м’яких лікарських засобів впроваджено комбінований спосіб послідовного розріджування: методом термоконтактного нагрівання з динамічним фронтом та примусовим видаленням розплаву та в полі зсувних деформацій, що дозволило скоротити тривалість теплового впливу, підвищити якість кінцевого продукту та ефективність технологічних процесів.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМО-МЕХАНО-ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ СОЛОМИ ПШЕНИЧНОЇ

Сидоренко Віталій Володимирович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 044 4249634, e-mail: vrangel08@i.ua

Виходячи зі зростання глобального попиту на енергію, обмеженістю викопних джерел енергії та зростанням емісії парникових газів внаслідок використання палив на їх основі, виникає необхідність ширшого використання відновлюваних джерел енергії, зокрема, біомаси. Основною метою етапу попередньої обробки лігноцелюлозної сировини для гідролізу в технології отримання паливного етанолу другого покоління є руйнування гетерогенної матриці, збільшення площі поверхні та пористості целюлозного матеріалу та звільнення вуглеводів від зв'язку лігніну, тим самим покращуючи ферментативну засвоюваність.

Метою досліджень є порівняння впливу термо-механо-хімічної обробки та автоклавування на вилучення лігніну протягом попередньої підготовки рослинної сировини до ферментативного гідролізу в технології отримання паливного етанолу.

Визначено, що підвищення концентрації лугу з 0,5 до 4% мас. зменшує вміст лігніну в зразку з 51,0 до 24,5% від початкового вмісту для автоклавування при 90ºС, при 121ºС вміст лігніну зменшується з 40,6 до 17,5. Обробка за температури 90ºС зменшує вміст лігніну з 43,0 до 18,5%.

Мінімальний вміст лігніну в зразку склав 18,5% від початкового для автоклавування при 90ºС за 60хв. процесу, при 121ºС мінімальний вміст лігніну в зразку кількість вивільненого лігніну спостерігалась на 60 хв. та склала 17,5%. Обробка призводить до вмісту лігніну в зразку до 17,5 % на 120 хв. Мінімальний вміст лігніну в зразку для автоклавування склав 17,5% при 121ºС. Для обробки максимальне значення видаленого лігніну склало 18,5% при 90ºС.

Висновки і перспективи. Отримані дані свідчать про те, що застосування термо-механо-хімічної обробки середовища на етапі попередньої підготовки рослинної сировини до ферментативного гідролізу в технології отримання паливного етанолу, призводить до пришвидшення видалення лігніту з рослинної сировини за незмінних інших факторів впливу на середовище, а саме – температури, концентрації лугу та тривалості обробки. Порівняння результатів делігніфікації соломи пшеничної шляхом обробки дозволило зробити висновок, що додавання знакозмінних імпульсів тиску дозволяє за атмосферного тиску та температури, нижчої за 100ºС отримати ступінь видалення лігніну, сумірний до ступеню видалення лігніну в автоклаві за температури 121ºС, що зазвичай є базовою для процесу попередньої підготовки рослинної сировини до гідролізу в технології отримання паливного етанолу.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОГІДРИДУ НАТРІЮ

Трошенькін Борис Олександрович, Кравченко О.В., Трошенькін В.Б.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгірного НАН України,
61046, Харків, вул. Дм. Пожарського, 2/10,
тел.: 057-349-47-75, 057-349-47-74, 067-79-55-267,
e-mail: krav@ipmach.kharkov.ua, troshenkinv@gmail.com

Останнім часом різко активувалися роботи зі створення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з використанням борогідриду натрію ($NaBH_4$). Висока енергоємність $NaBH_4$ та простота обслуговування дозволять у поєднанні з паливними комірками значно збільшити дальність польоту. Безшумність польоту та відсутність високотемпературного теплового сліду також є перевагами нового покоління БПЛА.

Раніше розроблений процес був орієнтований головним чином на застосування у наземних та морських транспортних засобах.

Для зниження вагових характеристик БПЛА та підвищення надійності необхідно виконати низку удосконалень складових частин їх енергоустановок. Насамперед слід прибрати систему живлення генератора водню розчином борогідриду натрію в їдкому натрі. Тим самим забезпечується надійність енергоустановок, оскільки $NaBH_4$ настільки активна речовина, що може з вибухом відібрати кисень у лугу.

Сама по собі стабілізація борогідриду натрію розчином їдкого натру загальмовує реакцію. У зв'язку з цим доводиться або підвищувати температуру до 160-170ºС або застосовувати каталізатори, зокрема, дихлорид кобальту.

Нагальна необхідність виключення розчину їдкого натру призвела до створення процесу, в якому борогідрид натрію подають у реактор у вигляді дисперсії в мінеральній олії (вазелінової, веретенної тощо) [1]. Оптимальне диспергування речовини в олії досягається ультразвуком. Температура майже повного гідролізу 10%-ної олійної суспензії $NaBH_4$ становить 150ºС. Використання ультразвуку для приготування олійної суспензії призводить до збільшення швидкості виділення водню в 1,6-1,8 рази. Каталізатор не потрібен.

Крім перерахованих заходів необхідно замінити ємнісний генератор водню на найбільш прийнятний трубчастий апарат плівкового типу. В такому апараті з зовнішнього боку тепло відводиться потоком повітря, а для розрахунку теплообміну всередині труб доцільно використовувати вже відомі залежності, встановлені для випарників зі плівкою, що стікає.

Список літератури

1. А. с. 1487366 СССР МКИ СО1В 35/12. Способ получения десятиводной буры / Т. Н. Долгих, Т. Б. Олейник, Б. А. Трошенькин. - Приоритет 23.04.1987; Опубл. 15.02.89, Бюл. № 22.

WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF MINI-LINES FOR THE PRODUCTION OF MULTICOMPONENT PLANT MIXTURES

Radchenko Natalya, Tselen B., Nedbaylo A., Shulyak V.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
tel.(044) 424 13 06, e-mail: ittf_tds@ukr.net

One of the directions for the reconstruction of the domestic agro-industrial complex is the creation of small farms with the organization of a closed production cycle. To implement it and maintain further competitiveness, modern material and technical support is needed, which includes the introduction of the latest energy-saving and inexpensive lines (mini-factories).

Within the framework of this direction, research is being conducted, the purpose of which is to increase the efficiency of mini-lines operating on the basis of extrusion equipment. This is achieved through the use of heat, which is released together with the extrudate to suppress harmful microflora in the production of liquid multicomponent mixtures.

The process is implemented by instant mixing of extrudate with liquid components at the exit of the extruder. The proposed approach allows extending the expiration date of such mixtures. It is also proposed to include crushed flax as a stabilizing component that prevents delamination of mixtures obtained after mixing.

During the research, the change in the microbiological index of the mixture samples during 90 days of storage and the optimal amount of flax required to ensure the stability of the mixture were determined.

Results. Research results showed an increase in the microbiological index in samples of a mixture from 6 CFU (in a day) to 16 CFU (after 1 month) and up to 24 CFU (after 3 months of storage). It has been established that the optimal percentage of flax in the mixture, which ensures its stability and prevents delamination, should be at least 15... 20%.

Conclusions. It is found that the use of 15... 20% crushed flax in multicomponent mixtures based on extruded soybeans increases their stability and prevents delamination. It was established that the amount of heat released together with the extrudate and used for mixing with liquid components is sufficient to suppress the development of harmful microflora during 90 days of storage.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГАЗАЦІЇ РІДИНИ В УМОВАХ КАВІТАЦІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМІВ ОБРОБКИ

Недбайло Анна Євгеніївна, Іваницький Г.К., Целень Б.Я., Радченко Н.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України
тел. (044) 4241306, e-mail: ittf_tds@ukr.net

В ІТТФ НАН України була створена технологія та обладнання для дегазації рідини, де основним робочим процесом є гідродинамічна кавітація, що реалізується в соплі Вентурі, геометрія якого була підібрана з огляду максимальної ефективністі кавітаційних ефектів. Перевагою технології стали простота конструкції, можливість працювати з великими об'ємами рідини, енергоощадність та екологічність. З метою визначення ефективності дегазації рідини кавітаційним методом були проведені експериментальні та теоретичні дослідження для двох режимів обробки, які відрізнялися тиском перед соплом Вентурі та витратою. Перший режим мав тиск 0,15 МПа на вході в сопло та витрату 6,63 $м^3/с$, а другий - тиск 0,30 МПа та витрату 9,57 $м^3/с$. Інші параметри в установці залишалися однаковими для обох режимів. В якості модельної рідини в установці використовували розчин вуглекислоти в дистильованій воді. Контрольними параметрами модельної рідини в установці були pH та температура в залежності від часу обробки. Перераховуючи отриману зміну pH на кількість вуглекислоти в розчині, встановлено, що значення ефективності дегазації рідини склали 99,2% - для другого режиму та 87,3 – для першого. Були визначені криві зміни тиску в часі на ділянці сопла Вентурі за допомогою рівняння Бернуллі. Використовуючи модель динаміки одиночної бульбашки відстежено поведінку бульбашки в діапазоні розмірів від 0,5 до 5 мкм. Встановлено, що для першого режиму мінімальний розмір бульбашки, зростання якої можливо активувати становить більш ніж 1мкм, тоді для другого режиму цей показник становить - від 0,6 мкм. Це демонструє потенційну можливість видалення більшого об'єму газів для другого режиму оброблення. Також отримані дані показали, що швидкість зростання вища у бульбашок великих розмірів, що забезпечує їх першочергове видалення з рідини. Тобто під час роботи установки в режимі рециркуляції можливо видалити майже всі гази, що містяться в бульбашках розмірів, які здатні активуватися при даному режимі обробки. Теоретичні оцінки ефективності дегазації рідини склали 97,5% та 99,9% відповідно для першого і другого режимів обробки. Розбіжності в експериментальній та теоретичній оцінці ефективності дегазації пояснюються тим, що мінімальний реальний тиск в соплі є нижчим від розрахункового, і, відповідно, мінімальний розмір бульбашок, що видаляються є більшим. Тому створення більш точної методики розрахунків таких процесів є актуальною задачею.

INCREASE OF AIR-LIFT APPARATUS HYDRODYNAMIC WORK INTENSITY

Oleksandr Pereiaslavtsev, Olena Pereiaslavtseva.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv
e-mail: alena_p11@ukr.net

Aim – conducting analytical studies to establish parameters that affect the internal circulation of the working environment in airlift apparatus.

Results.

The time of a complete cycle, during which the same part of the working environment will make a full revolution, will be $t_c = t_{asc} + t_{desc}$, where t_c – full rotation time; t_{asc} – the time of upward movement of the particle in the active zone; t_{desc} – time of downward movement of the same particle in the passive zone.

The number of cycles n per minute will be determined: $n=1/t_c$, (rev/min).

If we neglect the forces of friction and resistance during the movement of particles of the medium in the corresponding zones, then we can assume that the speed of the ascending and descending flows is unchanged. By determining the time of upward and downward movement of particles via the corresponding speeds, we obtain an analytical expression for determining the number of cycles of internal rotation of the working medium in air-lift apparatus in the following form:

$$n = \frac{0{,}578\left(\frac{QV}{1{,}25S_r}\right)\left(\frac{\gamma_{air}}{\gamma_m}\right)}{H(1-\alpha)}\,\text{rev/min}$$

where Q – specific air consumption for aeration ($m^3/м^3$min), V – useful volume of the apparatus (m^3), S_r – cross-sectional area of the air supply pipeline (m^3), H – the height of the layer of the working medium in the apparatus (m), α - coefficient of volumetric gas content of the medium, γ_{air} and γ_m – respectively, specific weights of air and medium.

Conclusion. The increase in the hydrodynamic intensity of air-lift apparatus is related not only to the amount of air consumption for aeration, but also to the hydrodynamic mode of supplying this air, that is, to the geometric size of the air intake tract. As shown by analytical and experimental data, an increase in the air flow speed, supplied for aeration, causes an increase in the speed of rotation of the working medium in the apparatus. Increasing the degree of saturation of the working environment with air increases the internal circulation of the environment.

НАГРІВАННЯ ПОРОШКІВ ДЛЯ ТЕХНІЧНОЇ КЕРАМІКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГІЇ МІКРОХВИЛЬОВОГО ПОЛЯ

Кравченко Євген Олександрович, Георгієш К.В.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса
тел. (093)3870771, e-mail: odessaevgeniy@gmail.com, georgiesh.cat@gmail.com

Мета. Вивчення особливостей процесів, що протікають при мікрохвильовому (МХ) нагріванні порошків для виготовлення технічної кераміки: Al_2O_3 та SiC.

Результати. Отримані температурні криви нагріву пластинки з порошку карбіду кремнію дозволили визначити, наскільки інтенсивно та рівномірно перетворюється енергія МХ поля в теплову. Дно зразка, ізольоване від навколишнього середовища при нагріванні, нагрівається інтенсивніше. Починаючи з певного температурного рівня (для зразка з карбіду кремнію – при температурі близько 220°С), темп нагрівання посилювався, що можна пояснити збільшенням значення діелектричної проникності карбіду кремнію. Значення ККД камери показують, що енергія мікрохвильового випромінювання лише частково ($\eta \leq 25\%$) перетворюється на внутрішню енергію матеріалу, що пов'язано з малим завантаженням камери – маса зразків становила не більш 0,165 кг. Нагрівання композиційного порошку на основі порошку оксиду алюмінію довело, що на інтенсифікацію нагріву впливає в першу чергу добавка сполучного ЛСТ, а потім - добавка кремнію карбіду. У чистому вигляді оксид алюмінію Al_2O_3 в МХ полі не нагрівається. Слід зазначити, що для мас зразків, що використовувались в експерименті, нагрівання відбувалося в умовах значної концентрації мікрохвильової енергії, що приводило к інтенсивному процесу росту температур, а також дозволяє отримати матеріали з новими властивостями, які неможливі при спіканні у муфельній печі.

Висновки:

1. Нагрів порошку карбіду кремнію зі сполучним ПВС показує меншу температурну нерівномірність між краєм і центром зразка в порівнянні з оксидом алюмінію зі сполучним: від 19% для SiC до 36% для AL_2O_3.

2. Нагрівання порошків карбіду кремнію різної дисперсності для фракцій F100, F240, F600, F1200 у мікрохвильовому полі показує, що зменшення розміру частинок призводить до зниження величини поглинання мікрохвильової енергії. Так, через 170 с нагрівання в мікрохвильовій камері температура зразка F100 становила 82°С, F240 – 73°С, F1200 – 65°С.

3. Експерименти свідчать про низький відсоток перетворення мікрохвильової енергії у внутрішню енергію матеріалу. Для збільшення ККД камери при промисловому виробництві технічної кераміки необхідно змінити умови взаємодії мікрохвильового поля з матеріалом, забезпечивши спрямований потік безпосередньо на зразок. Збільшення ККД камери резонансного типу відбувається зі збільшенням завантаження камери до оптимальної.

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО СУШІННЯ

Снєжкін Ю.Ф., Дабіжа Наталія Олександрівна

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. М.Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна,
тел. +38(044) 456-62-82, e-mail: dabizha.nataliia@gmail.com

Мета. Дослідження сорбційних властивостей рослинних матеріалів для визначення технологічних параметрів низькотемпературного сушіння, вибіру та обґрунтування методу інтенсифікації процесу.

Результати роботи. При вивченні технологічних властивостей матеріалів важливе значення має аналіз ізотерм адсорбції, що представляють функціональну залежність між відносною вологістю повітря і рівноважним вологовмістом матеріалу при постійних температурі і тиску. Вакуумним статичним та тензометричним (статичним) методами були одержані ізотерми адсорбції пари води при температурі 20°С для ряду рослинних матеріалів (плодів, грибів, трав). Проте для визначення вологовмісту, до якого може бути висушений матеріал при певних тепловолo-гісних параметрах теплоносія, необхідно мати дані з гігротермічної рівноваги при різних температурах. Використовуючи метод характеристичних кривих, заснований на потенційній теорії сорбції, за експериментальною ізотермою при t = 20°С для досліджуваних матеріалів визначені значення рівноважних вологовмістів в діапазоні температур 30…60°С. Це дозволило за ізотермами адсорбції, встановити зв’язок між тепловологісними параметрами сушильного агента і висушуваного матеріалу в процесі сушіння, а також одержати залежність парціального тиску пари води на поверхні матеріалу в гігроскопічній області (зона зв’язаної вологи).

Найпомітніший влив вологовмісту сушильного агента на тривалість процесу виявляється при низькотемпературному сушінні: низька інтенсивність зневоднення, залежність ефективності роботи сушарки від тепловологісних параметрів атмосферного повітря. Аналіз залежностей парціального тиску пари води на поверхні матеріалу для досліджуваних матеріалів показав, що на етапі видалення зв’язаної вологи відбувається значне зменшення рушійної сили масообміну – масообмінного напору Δp. Зниження вологовмісту сушильного агента на 10 г/кг с.п. забезпечує збільшення масообмінного напору в середньому на 25-40%, що значно інтенсифікує процес сушіння.

Висновок. За одержаними з ізотерм адсорбції даними визначені оптимальні параметри низькотемпературного сушіння ряду рослинних матеріалів, розроблені енергоефективні режими сушіння, запропоновані шляхи інтенсифікації процесу.

РЕКУПЕРАТИВНИЙ ПОЛІМЕРНИЙ ТЕПЛООБМІННИК ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СУШАРКИ

Снєжкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Дабіжа Наталія Олександрівна, Базєєв Р.Є., Малащук Н.С.

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. М.Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна,
тел. +38(044) 456-62-82, e-mail: dabizha.nataliia@gmail.com

Мета роботи. Створення ефективного теплообмінника для рекуперації теплоти відпрацьованого теплоносія в технологіях конвективного сушіння, дослідження процесів теплообміну і гідродинаміки в створеному апараті для визначення його енергетичних характеристик.

Результати. В Інституті технічної теплофізики НАН України сконструйований та створений полімерний перехресно-проточний рекуперативний теплообмінник типу «повітря-повітря» для забезпечення рекуперації «холоду» в системі підготовки теплоносія конвективної теплонасосної сушарки. Застосування рекуперативного теплообмінника дозволяє в залежності від його ефективності в 1,5…2 рази знизити витрати енергії на процес теплонасосного сушіння.

Теплообмінні поверхні розробленого апарату виготовлені з унікального за своїми властивостями матеріалу – полікарбонату.

Для проведення досліджень процесів теплообміну і гідродинаміки в сконструйованому полімерному теплообміннику створено лабораторну установку, де в діапазоні швидкостей повітря від 2 до 9 м/с вимірювалися температури холодного і гарячого теплоносіїв на вході і виході з каналів теплообмінника, а також тиски холодного теплоносія на вході в теплообмінник і гарячого теплоносія на виході з теплообмінника.

Опрацювання результатів вимірювань здійснювалось за методикою, що базується на методі чисел одиниць переносу теплоти. Розраховані теплові потоки, коефіцієнти теплопередачі, на основі яких визначалась величина кількості одиниць теплообміну NTU, ефективність теплообмінника η в залежності від швидкості руху теплоносія. Для вибору потужності вентилятора визначені величини гідравлічних втрат у теплообміннику від швидкості руху теплоносія.

Висновки.

В діапазоні швидкостей повітря від 2 до 9 м/с коефіцієнт тепловіддачі в каналах рекуперативного теплообмінника становить 20…44 Вт/(м^2·С°), а коефіцієнт теплопередачі між каналами – 10…22 Вт/(м^2·С°). При збільшенні швидкості теплоносія у 8 разів, гідравлічні втрати зростають більше, ніж у 11,5 рази.

Результати досліджень дозволяють обрати оптимальні режими роботи рекуперативного теплообмінника (в діапазоні швидкості теплоносія від 1,5 до 3 м/с), що забезпечать середню ефективність 90%.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕКТИФІКОВАНОГО ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

Ободович О.М.[1], Булій Юрій Володимирович[2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 044 4249634, e-mail: tdsittf@ukr.net
2 - Національний університет харчових технологій, м. Київ
тел. 044 2879630,e-mail: yvbuliy@gmail.com

В умовах зростаючих цін на енергоносії актуальною задачею спиртової галузі є впровадження енергоефективних брагоректифікаційних установок (БРУ). Одним із шляхів ресурсо- і енергозбереження є оптимізація роботи теплообмінного обладнання, вибір і обґрунтування схеми приєднання продуктових і водяних трубопроводів до дефлегматорів і конденсаторів, а також організація парових потоків живлення колонного обладнання. Відомі способи отримання ректифікованого спирту в БРУ, оснащених розгінною колоною, передбачають введення на її тарілку живлення спиртовмісних напівпродуктів і побічних продуктів у вигляді конденсату пари з температурою 25-35°C. Для ефективного виділення і концентрування летких домішок спирту необхідною умовою є додаткові витрати тепла на їх нагрівання до температури 75-80°C, що відповідає температурі на тарілці живлення, а також збільшення витрати гріючої пари до 25 кг на 1 дал спирту, введеного в розгінну колону.

Метою роботи є дослідження ефективності інноваційної технології у виробничих умовах і доцільності її використання.

Результати. Для вирішення поставленої задачі авторами розроблена апаратурно-технологічна схема, що передбачає подачу на тарілку живлення розгінної колони спиртовмісних фракцій у пароподібному стані – у вигляді пари, що не сконденсувалася в сепараторі вуглекислого газу, дефлегматорах бражної, епюраційної (головну фракцію) і спиртової колон (непастеризований спирт). Для реалізації інноваційної технології відпадає необхідність включення в роботу відповідних конденсаторів, додаткової витрати гріючої пари на нагрівання потоків живлення для видалення і концентрування летких домішок в розгінній колоні.

Дослідження проводились у виробничих умовах ДП «Чуднівський спиртовий завод». Встановлено, що використання технічного рішення дозволило зменшити температуру води на вході в дефлегматори на 10-15°C, а витрати води на охолодження теплообмінного обладнання на 20%, гріючої пари на вилучення етилового спирту із спиртовмісних напівпродуктів і побічних продуктів брагоректифікації в розгінній колоні на 30%, а металоємність теплообмінного обладнання на 15%.

Висновки. Отримані практичні результати свідчать про доцільність використання інноваційної технології ректифікованого етилового спирту для вирішення актуальної задачі ресурсо- та енергозбереження.

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНО – ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ (ТЕС)

Ободович О.М.[1], Сидоренко В.В.[1], Булій Юрій Володимирович[2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 044 4249634, e-mail: tdsittf@ukr.net
2 - Національний університет харчових технологій, м. Київ
тел. 044 2879630,e-mail: yvbuliy@gmail.com

До стічних або скидних вод теплових електростанцій, крім вод систем охолодження, відносяться: скидні води систем гідрозолоуловлювання, відпрацьовані розчини після хімічних промивань теплосилового обладнання або його консервації: регенераційні та шламові води від водопідготовчих (водоочисних) установок: нафтозабруднені стоки, розчини та суспензії, що виникають при обмиванні зовнішніх поверхонь нагріву, головним чином повітропідігрівачів і водяних економайзерів котлів, що спалюють сірчистий мазут.

Метою досліджень є класифікація стічних вод ТЕС, аналіз існуючих технологій та обладнання для їх очищення, визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин, що характерні для енергетики перед скиданням у водойми. Презентація нового енергоефективного обладнання для очищення стоків.

Висновки і перспективи.

В ІТТФ НАНУ розроблено багатоцільову аераційно-окислювальну установку роторного типу (АОРТ), яка працює за методом дискретно-імпульсного введення енергії. Ця установка дозволяє пришвидшити тепломасообмін, хімічні реакції у воді та водних системах на 25-30%. Вона дає можливість скоротити тривалість процесів очищення, у 2-3 рази зменшити енерговитрати та витрату реагентів на 20-25%. Установку АОРТ застосовують для очищення стоків від заліза, марганцю, сірководню, діоксидвуглецю, сульфатів, нітратів. З її допомогою можна підвищити pH води.

Очищення стічних вод ТЕС є важливим та необхідним фактором. Вибір раціонального режиму очищення залежить від хімічного складу стоків, який в свою чергу залежить від типу ТЕС, встановленого обладнання, потужності ТЕС, початкового складу вихідної води, обраного способу водопідготовки та рівня експлуатації.

Запропоновано нове енергоефективне обладнання, за допомогою якого можна очищати воду від цілого ряду шкідливих речовин до їх гранично допустимих концентрацій та нижче.

ПІДВИЩЕННІ ЕКОЛОГІЧНОСТІ КОТЛА ТПП 312, ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ НИЗЬКОЕМІСІЙНОГО ПАЛЬНИКА НА БАЗІ ШТАТНОГО

Кобзар Сергій Григорович, Халатов А.А.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Індустріалізація людського життя призводить до збільшення забруднення атмосфери в основному продуктами згоряння органічного палива. Оксиди азоту є найбільш шкідливими з усіх продуктів, що забруднюють атмосферу, тому для зменшення негативного впливу треба докладати зусиль по зниженню утворення оксидів азоту в процесі горіння.

Ідея дослідження полягає у підвищенні екологічності котла ТПП 312, шляхом створення концепції низькоемісійного пальника на базі штатного. За основу створення концепції низькоемісійного пальника для котла ТПП 312 було покладено умову затягування горіння, шляхом відокремлення зони високих температур від вільного кисню. Це було зроблено шляхом створення на периферії центрального каналу аеросуміші кільцевого каналу, куди подавались димові гази зі змістом кисню 6% за масою. Площа кільцевого каналу для рециркуляції димових газів складала 0,1 від площі каналу аеросуміші. При завданні граничних умов, а саме витрати вторинного повітря, враховувався кисень, що надходив з димовими газами. Корекція витрати вторинного повітря робилась таким чином, щоб підсумковий надлишок повітря котлоагрегату становив 1,15 від стехіометричного значення. Витрата первинного повітря, яке використовується для транспорту вугільного пилу, залишалась сталою для всіх розрахунків. При відсутності рециркуляції димових газів у кільцевий канал вся витрата аєросуміші подавалась рівномірно у внутрішній та зовнішній канали, тобто моделювалась робота стандартного пальника. При моделюванні роботи модифікованого пальника, вся витрата аєросуміші подавалась в центральний канал, а гази рециркуляції у кільцевий.

Отримані результати показують, що при застосуванні рециркуляції у кільцевий канал, спостерігається зменшення оксидів азоту на виході з розрахункової області, при цьому зі зростанням рециркуляції спостерігається збільшення втрат з вуглецем, що не згорів.

Результати отримані в результаті розрахунків, показують, що запропонована концепція низькоемісійного пальника, яка заснована на затягуванні горіння шляхом відокремлення зони високих температур від вільного кисню димовими газами, дозволяє отримати зниження оксидів азоту до 15%. Максимальне зниження оксидів азоту спостерігається при 10% рециркуляції димових газів.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКСЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ В ЕЛЕМЕНТАХ КОМБІНОВАНОЇ ТЕПЛОУТИЛІЗІЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Фіалко Н.М., Степанова Алла Ісаївна, Новаківський М.О., Шевчук С.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-58, e-mail:nmfialko@ukr.net

Мета роботи. Підвищення ексергетичної ефективності комбінованої теплоутилізаційної системи котельної установки шляхом регулювання ексергетичних втрат в окремих елементах системи.

Результати. Для теплоутилізаційної системи котельної установки номінальною теплопродуктивністю 2 МВт, призначеної для підігрівання води та дуттьового повітря шляхом утилізації теплоти димових газів, проведено дослідження ексергетичних втрат у відповідних теплообмінниках-теплоутилізаторах та інших елементах системи. Для дослідження використано методику, яка поєднує елементи ексергетичного аналізу з методами представлення енергетичних, ексергетичних та матеріальних балансів у матричній формі. Проведено порівняльний аналіз ексергетичних втрат у елементах теплоутилізаційної системи та визначено їх відносний внесок у сумарну величину втрат цієї системи за різних режимів роботи котла. Встановлено, що найбільші втрати спостерігаються у водогрійному теплоутилізаторі, насосній системі та системі трубопроводів, найменші – у повітрогрійному теплоутилізаторі та у газопідігрівачі. Зі збільшенням потужності котла ексергетичні втрати для всіх елементів збільшуються. У водогрійному теплоутилізаторі при зміні потужності котла до 50...60% встановленої потужності відбувається незначне збільшення ексергетичних втрат, приблизно, на 2кВт. При цьому основні ексергетичні втрати (до 89,2%) припадають на насосну систему та систему трубопроводів. При подальшому підвищенні потужності котла до 100% встановленої потужності ексергетичні втрати у водогрійному теплоутилізаторі починають різко зростати, збільшуючись, приблизно, на 20 кВт. За цих умов внесок водогрійного теплоутилізатора та насосної системи і системи трубопроводів в сумарні ексергетичні втрати приблизно однаковий. Отже, за усіх значень потужності котла необхідним є зменшення втрат у насосній системі та системі трубопроводів, а також у водогрійному теплоутилізаторі у разі тривалої експлуатації котла на високих навантаженнях.

Висновки. Із використанням комплексної методики на основі ексергетичного підходу розраховано ексергетичні втрати в різних елементах комбінованої теплоутилізаційної системи котельної установки та визначено їх відносний внесок у сумарні ексергетичні втрати. Встановлено режими котла та елементи системи, де доцільно застосовувати заходи щодо зменшення в них ексергетичних втрат.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Фіалко Н.М., Степанова Алла Ісаївна, Сбродова Г.О., Шевчук С. І.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Мета роботи. Провести порівняльний аналіз ексергетичної ефективності теплоутилізаційних систем різного призначення і розробити рекомендації щодо їх застосування.

Результати. Розглядалося три типи теплоутилізаційних систем різного призначення, а саме: однієї системи для нагрівання тепломережної води та двох комбінованих систем - для нагрівання тепломережної води і дуттьового повітря та нагрівання і зволоження дуттьового повітря. Розроблено структурні схеми вказаних систем з ідентифікацією ексергетичних потоків теплоносіїв між окремими дискретними елементами структури. Розрахунок ексергетичних характеристик теплоутилізаційних систем та їх окремих елементів виконано із використанням вхідних та вихідних термодинамічних параметрів теплоносіїв. Для досліджень обрано критерії оцінки ексергетичної ефективності: теплоексергетичний критерій ефективності та ексергетичний ККД. Розраховано критерії ефективності для теплоутилізаційних систем та їх елементів за різних режимів роботи котла. Встановлено, що для комбінованих теплоутилізаційних систем ексергетична ефективність підвищується порівняно з теплоутилізаційною системою для нагрівання лише тепломережної води. Теплоексергетичний критерій ефективності зменшується в 2,6-3,7 разів, ексергетичний ККД збільшується в 1,2-1,5 разів. Отже, збільшення кількості споживачів утилізованої теплоти підвищує ексергетичну ефективність теплоутилізаційної системи. При цьому зростає внесок у загальні ексергетичні втрати ексергетичних втрат в насосній системі та системі трубопроводів. Ексергетична ефективність теплоутилізаційної системи може бути суттєво підвищена шляхом зниження ексергетичних втрат в насосній системі та системі трубопроводів за умов агрегатування окремих елементів системи в одному корпусі. Таке рішення забезпечує, крім зниження ексергетичних, теплових та енергетичних втрат, збільшення компактності та зменшення металоємності теплоутилізаційної установки. Вибір оптимальної схеми використання утилізованої теплоти визначається призначенням котельної установки, потребою у певному виді теплоносія, вартістю палива, можливістю використання ефективних поверхонь нагріву тощо.

Висновки. Збільшення кількості споживачів утилізованої теплоти та використання раціональних шляхів зниження загальних ексергетичних втрат підвищує ексергетичну ефективність теплоутилізаційних систем різного призначення.

ТЕПЛОВОЛОГІСНІ РЕЖИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРОПІДВІДНИХ ТРАКТІВ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ДИМОВИХ ГАЗІВ

Навродська Раїса Олександрівна, Фіалко Н.М., Шевчук С.І., Абдулін М.З.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна
тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Метою роботи є забезпечення надійної експлуатації повітропідвідних каналів котельних установок з системами рециркуляції відхідних газів у дуттьове повітря.

Результати роботи. Досліджено основні режимні параметри газоспоживального опалювального котла невеликої теплопродуктивності з системою рециркуляції відхідних газів у його топковий простір в суміші з дуттьовим повітрям. Дослідження виконувались за різних значень теплового навантаження котла протягом опалювального періоду та часток σ підмішування димових газів від 10 до 20%. За отриманими результатами встановлено, що введення газів рециркуляції зумовлює зниження на 150–250°С адіабатної температури горіння $t_{ад}$ через необхідність витрати теплоти палива на підігрівання введеного баласту. Результати досліджень засвідчили також, що рециркуляція газів викликає незначні (в межах 0,5 - 4,7°С) зміни в температурі відхідних газів котла. На основі отриманих даних встановлено закономірності зміни тепловологісних характеристик (температури та точки роси) суміші підмішуваних газів і повітря в різних режимах котла та за досліджуваних часток σ. Показано, що рециркуляція зумовлює конденсатоутворення на поверхнях повітроводів у всіх режимах роботи котла, а за низьких температур навколишнього середовища можливе обмерзання цих каналів. Запропоновано для запобігання цим негативним явищам використання систем теплоутилізації відхідних газів із застосуванням теплоутилізаторів, призначених для підігрівання дуттьового повітря перед його змішування з газами рециркуляції. Встановлено, що використання цих теплоутилізаторів забезпечує підвищення температури повітря на 38 – 42°С і в такий спосіб сприяє відверненню конденсатоутворення (а відповідно і обмерзання) повітропідвідних каналів котельної установки в усіх досліджуваних режимах.

Висновок. Використання для газоспоживальних опалювальних котельних установок малої та середньої теплопродуктивності з рециркуляцією димових запропонованих теплоутилізаційних систем забезпечує надійну експлуатацію цих установок протягом усього періоду експлуатації протягом року завдяки підігріванню у вказаних системах дуттьового повітря.

ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ З ПОВІТРОГРІЙНИМИ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРАМИ

Навродська Раїса Олександрівна, Фіалко Н.М., Шевчук С.І., Гнєдаш Г.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна
тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Метою роботи є покращення режимних параметрів димових труб та показників екологічності газоспоживальних скловарних печей регенеративного типу за умов використання повітрогрійних теплоутилізаційних систем з кінцевим рекуператором.

Результати роботи. Розглянуто ефективність застосування методу байпасування частини запічних газів від регенераторів печі повз кінцевий рекуператор для покращення умов розсіювання шкідливих викидів скловарних печей в околі димових труб різного типу. Результати досліджень свідчать, що застосування вказаного методу дозволяє поліпшити режими експлуатації всіх розглянутих димових труб. Так зі зміною частки байпасування σ від 0 до 40 % відносне збільшення температури димових газів $t_г^{гир}$ у гирлі цих труб становить 1,13 ÷ 1,16 рази, а швидкості $W_г^{гир}$ - 1,05 ÷ 1,09 рази за зміни температури навколишнього середовища від -20 до +20°С.

Покращення екологічності скловарних печей у разі застосування методу байпасування визначалося за показниками максимальної приземної концентрації шкідливих речовин $C_м$ та коефіцієнта k, який показує відносну зміну $C_м$ у разі застосування методу та без нього. Отримані дані свідчать, що із збільшенням σ від 0 до 40% значення $C_м$ зменшується в межах 5 ÷ 7% для викидів оксиду сірки та оксидів азоту і 13 ÷ 15% для пилу, а значення k збільшується від 0 до 6,5% для усіх викидів. Причому нижчі значення максимальної приземної концентрації $C_м$ та більші значення коефіцієнта відносного зменшення k приземних концентрації розглянутих шкідливих викидів у навколишньому середовищі відповідають, димовим трубам з кращими теплоізоляційними властивостями, більшій частці σ байпасування гарячих газів від регенераторів печі повз теплоутилізаційне устаткування та вищій температурі навколишнього середовища. Вплив температури навколишнього середовища $t_{нс}$ на значення екологічних показників є значно меншим у порівнянні з часткою σ.

Висновок. За умов використання для скловарних печей теплоутилізаційних систем з повітрогрійними теплоутилізаторами, що дозволяють суттєво скоротити витрати палива на піч, метод байпасування частини гарячих запічних газів повз ці теплоутилізатори дозволяє значно поліпшити умови довкілля склоробних підприємств.

ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ І СТРАТЕГІЯ МІЖГАЛУЗЕВОГО СПОЛУЧЕННЯ

Фіалко Н.М., Тимченко Микола Петрович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
м. Київ, Україна, тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Одним із важливих інструментів енергетичного переходу є розвиток систем централізованого теплопостачання (СЦТ). Так, в країнах ЄС частка централізованого теплопостачання у 2021 р. і становила 13%. Однак згідно з планами у 2030 р. вона має збільшитися до 30%, а у 2050 – до 50%. Серед основних напрямів розвитку СЦТ виділяється так зване міжгалузеве сполучення, яке передбачає інтегровану цілісність кількох різних систем.

Мета роботи. Аналіз систем централізованого теплопостачання в контексті стратегії міжгалузевого сполучення (sector coupling), спрямованій на реалізацію взаємозумовленої узгодженої колективної поведінки кількох енергетичних систем. (*Вказаний термін «sector coupling», укорінений в німецькій і англомовній літературі має таке узагальнене визначення, як процес координації роботи і планування енергетичних систем по декількох шляхах та/або географічних масштабах для забезпечення надійної, економічно вигідної енергетичної послуги з мінімальним впливом на навколишнє середовище [1]).*

Результати роботи. В роботі в аспекті міжгалузевого сполучення розглянуто особливості створення таких інтегрованих систем як енергопостачання/енергоспоживання, електроенергетика/теплоенергетика, смарт методи DSM/DSR (управління попитом та реагування на попит) та ін. При цьому особливу увагу приділено інтегрованим системам енергопостачання/енергоспоживання, що покликані, зокрема, сприяти поширенню систем енергопостачання на базі відновлюваних джерел енергії та когенераційних установок, яке стримується нерівномірністю, як генерації так і споживання обох видів енергії – електричної та теплової.

Розглянуто особливості стратегії міжгалузевого сполучення, пов’язані з потребою акумулювання різних видів енергії та в деяких випадках в її «ітераційній» трансформації. Відмічається необхідність у формуванні окремого сегмента енергетичної галузі – високоефективних накопичувачів енергії.

Висновок. Виконано аналіз перспектив розвитку СЦТ на основі концепції інтеграції різних енергетичних систем. Колективно налаштована поведінка таких систем дозволяє одержати максимальні фізичні та економічні результати для кінцевих споживачів.

Література

1. Sector coupling: how can it be enhanced in the EU to foster grid stability and decarbonise? https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/626091/IPOL_STU(2018)626091_EN.pdf

СТРУКТУРА ТЕЧІЇ І СУМІШОУТВОРЕННЯ ПАЛИВА І ОКИСНЮВАЧА В ПАЛЬНИКАХ З ТРЬОХРЯДНОЮ ПАЛИВОПОДАЧЕЮ ПРИ РІЗНИХ ЗНАЧЕННЯХ КОЕФІЦІЄНТА НАДЛИШКУ ПОВІТРЯ

Фіалко Н.М.[1], Меранова Н.О.[1], Шеренковський Ю.В[1]., Альошко Сергій Олександрович[1], Рокитько К.В. [1], Кліщ А.В. [1], Абдулін М.З. [1,2], Малецька О.Є. [1], Сороковий Р.Я.[1]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. +38(044)456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net
2 - Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», 03056 м. Київ, пр.Берестейський,37

Мета роботи. Дослідити особливості аеродинаміки процесу змішування палива і окиснювача в пальникових пристроях з багаторядною струменевою подачею палива в умовах змінних значень коефіцієнта надлишку повітря.

Результати роботи. На основі CFD моделювання проведено комплекс досліджень різних елементів робочого процесу нової модифікації мікрофакельних стабілізаторах пальників, орієнтованих на експлуатацію при різних значеннях коефіцієнта надлишку повітря α. Дослідження виконано з використанням RANS підходу до вивчення турбулентних течій при застосуванні FLUENT коду. За результатами верифікації моделей турбулентного переносу обґрунтовано використання як замикаючої RNG к-ε моделі.

Виконано аналіз закономірностей впливу на досліджувані процеси коефіцієнта надлишку повітря α за умов подачі паливного газу в різні ряди газоподавальних отворів. При цьому особливу увагу приділено розгляду характеристик течії і сумішоутворення в закормовій області стабілізатора полум’я, де формуються вихрові структури, що відповідають за стабілізацію факелу.

За результатами виконаних обчислювальних експериментів встановлено, що характер впливу α на досліджувані процеси в якісному відношенні є однаковим для всіх рядів паливоподачі. Хоча кількісно ефекти даного впливу можуть суттєво відрізнятися для першого, другого і третього рядів подачі паливного газу. Зокрема, збільшення зі зростанням α величини середньої концентрації метану в зоні зворотних токів за стабілізатором полум’я виявляється тим значнішим, тим більше номер ряду паливоподачі.

Висновки. Досліджено закономірності впливу величини коефіцієнта надлишку повітря на аеродинаміку і сумішоутворення в пропонованих пальниках, призначених для застосування за умов змінних значень даного коефіцієнта.

РАЦІОНАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ МНОГОРЯДНОЇ СИСТЕМИ ПАЛИВОПОДАЧІ У МІКРОФАКЕЛЬНИХ ПАЛЬНИКОВИХ ПРИСТРОЯХ

Фіалко Н.М.[1], Меранова Н.О.[1], Прокопов В.Г.[1], Шеренковський Ю.В.[1], Альошко Сергій Олександрович[1], Полозенко Н.П.[1], Абдулін М.З.[1,2], Ольховська Н.М.[1]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. +38(044)456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net
2 - Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», 03056 м. Київ, пр. Берестейський, 37

Мета роботи. Для пальників стабілізаторного типу визначити раціональні конструктивні параметри трирядної системи паливоподачі, що відповідають сприятливим умовам сумішоутворення в зоні стабілізації полум'я.

Результати роботи. Одержано дані моделювання процесів течії і сумішоутворення в пальниках із трьохрядною системою струменевої подачі паливного газу при значеннях коефіцієнта надлишку повітря $1{,}1 \leq \alpha \leq 1{,}5$. Встановлено основні закономірності перебігу вказаних процесів у пальникових пристроях, що розглядаються. Отримані результати покладено в основу вирішення задачі про визначення раціональних конструктивних параметрів системи паливоподачі досліджуваних пальників. Вказані раціональні параметри визначались як такі, що відповідають сприятливим умовам сумішоутворення у закормовій області стабілізатора полум'я (а саме забезпеченню в зоні зворотних токів за стабілізатором середньої величини концентрації метану, що дорівнює із заданою точністю середньому значенню між верхньою і нижньою концентраційною межею запалення).

За результатами виконаних досліджень рекомендовано раціональні конструктивні параметри системи подачі паливного газу, що включають: відстань газоподавальних отворів від зривної кромки стабілізатора полум'я, відносний крок *S/d* розташування отворів, їх діаметр тощо. Зокрема, показано, що раціональні значення відносного кроку *S/d* збільшується від першого до третього ряду паливоподачі і становлять 5,4; 5,6 і 5,8 відповідно для першого, другого і третього ряду. Щодо діаметра газоподавальних отворів різних секцій подачі паливного газу, то при фіксованій відстані між отворами $S = 14 \cdot 10^{-3}$м рекомендовані значення діаметрів становлять для першого ряду $2{,}6 \cdot 10^{-3}$м, для другого $2{,}5 \cdot 10^{-3}$м, і $2{,}4 \cdot 10^{-3}$м для третього ряду.

Висновки. Вирішено задачу щодо визначення раціональних конструктивних параметрів системи паливоподачі мікрофакельних пальникових пристроїв з багатосекційним підведенням паливного газу.

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СКЛОВАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ У РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОГРІЙНИХ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРІВ ПЕЧЕЙ

Шевчук Світлана Іванівна, Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Гнєдаш Г.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна,
тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Метою роботи є дослідження щодо покращення режимів експлуатації димових труб газоспоживальних скловарних печей шляхом застосування методів їх екологізації за умов використання теплоутилізаційних технологій з водогрійними теплоутилізаторами, призначеними для нагрівання тепломережної води систем опалення.

Результати роботи. Запропоновано для покращення екологічного стану в околі димових труб різного типу за умов застосування вказаних теплоутилізаційних технологій метод байпасування частини гарячих димових газів від регенераторів печі повз теплоутилізаційне устаткування. Це дозволяє поліпшити режими експлуатації всіх розглянутих димових труб з точки зору зменшення приземної концентрації $C_м$ таких характерних шкідливих викидів печей, як оксиди азоту і сірки та пил. За результатами досліджень встановлено, що в діапазоні зміни частки байпасування від 0 до 40% відносне збільшення температури димових газів $t_г^{д.г.}$ у гирлі димових труб становить 1,6÷ 1,8 рази, а швидкості $W_г^{д.г.}$ 1,2 ÷ 1,3 рази. Причому чим вищі теплоізоляційні властивості оболонки труб, тим вищий рівень зростання вказаних параметрів. Аналіз результатів досліджень показав також, що значення $C_м$ для усіх розглянутих шкідливих викидів зменшуються із зростанням часток байпасування газів повз теплоутилізаційну систему. Так із збільшенням σ від 0 до 40% значення $C_м$ зменшується приблизно на 19 ÷ 25% для викидів оксидів сірки та оксидів азоту і 21 ÷ 36% для пилу.

Покращення умов розсіювання шкідливих викидів із використанням методу байпасування характеризувалося також за допомогою коефіцієнта k, який показує відносне зменшення максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин у разі застосування методу та без нього. Отримані дані свідчать, що за умов зростання частки байпасування газів σ від 0 до 40% значення k збільшується від 0 до 30%.

Висновок. Запропонований в роботі метод екологізації промислових скловарних печей за умов використання водогрійних теплоутилізаційних технологій дозволяє суттєво покращити екологічний стан в околі димових труб у разі застосування цих технологій.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОТІ СМІТТЄСПАЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ШЛЯХОМ УТИЛІЗАЦІЇ СКИДНОЇ ТЕПЛОТИ

Шевчук Світлана Іванівна, Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Сбродова Г.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна,
тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Метою роботи є розроблення теплоутилізатора димових газів установок спалювання сміття та визначення показників його теплової ефективності.

Результати роботи. Запропоновано ефективне конструкційне рішення утилізатора теплоти запилених та хімічно агресивних димових газів установок спалювання побутових відходів. Теплоутилізатор призначений для нагрівання повітря на горіння шляхом охолодження димових газів, що надходять після часткового використання їхньої теплоти для роботи турбіни. Теплообмінна поверхня пропонованого теплоутилізатора-повітронагрівача комплектується із пакета теплообмінних панелей, утворених трубами з мембранами. Рух димових газів в міжтрубному просторі, а нагріваного повітря в трубах. Застосовані труби мають внутрішні турбулізатори потоку, що дозволяють інтенсифікувати теплообмін з боку повітря в 1,6-2,0 рази. В теплоутилізаторі передбачена можливість очищення його теплообмінних панелей від відкладень пилу за допомогою стисненого повітря. Для антикорозійного та ерозійного захисту робочих поверхонь повітронагрівача застосовується спеціальне покриття. Досліджено основні теплові показники запропонованого теплоутилізатора в різних режимах його експлуатації, а саме: за умов зміни початкової температури димових газів від 200 - 300°С, вологості від 15 до 50%, запиленості від 0,5 до 5 г/м^3 та початкової температури нагріваного повітря від -20 до 20°С. Розглянуто різні схеми руху теплоносіїв для запобігання конденсатоутворенню з боку димових газів на теплообмінних панелях. Встановлено, що застосування пропонованого теплоутилізатора-повітронагрівача за вказаних умов забезпечує охолодження димових газів на 50 -125°С і нагрівання повітря на 80 -200°С. Теплопродуктивність такого повітронагрівача при цьому змінюється від 0,1 до 0,25 МВт на одну тонну побутового сміття.

Висновок. Використання розробленого теплоутилізатора–повітронагрівача для утилізації скидної теплоти димових газів сміттєспалювальних установок дозволяє суттєво підвищити їхню теплову ефективність.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПАЛЮВАЛЬНИХ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ДИМОВИХ ГАЗІВ

Шевчук Світлана Іванівна, Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Сергієнко Р.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна,
тел. (044) 456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net

Метою роботи є визначення показників теплової ефективності опалювальних котельних установок з комбінованими системами теплоутилізації за умов застосування технології рециркуляції димових газів у дуттьове повітря.

Результати роботи. Досліджено основні теплові показники котельної установки із застосуванням комбінованої теплоутилізаційної системи, призначеної для нагрівання зворотної тепломережної води та дуттьового повітря. Розглянуто різні варіанти відбору димових газів для рециркуляції у дуттьове повітря, а саме: після котла, водогрійного теплоутилізатора та після повітрогрійного теплоутилізатора. Встановлено закономірності зміни температури відхідних газів різних елементів розглянутої котельної установки у разі застосування розглянутих варіантів відбору рециркульованих газів за умов зміни частки рециркуляції газів від 10 до 20% та відносного теплового навантаження котла від 30 до 100%. Визначено рівні приросту ККД в усіх елементах котельної установки та загального у разі використання пропонованої теплоутилізаційної системи та без неї. Показано, що застосування комбінованої системи теплоутилізації забезпечує глибоке охолодження димових газів в процесі теплоутилізації. І чим менша температура підмішуваних димових газів у розглянутих варіантах і вища частка рециркуляції газів, тим нижча температура відхідних газів за усіма елементами котельної установки. Приріст ККД котельної установки завдяки застосуванню пропонованої системи теплоутилізації змінюється від 3 до 5% у водогрійному теплоутилізаторі та від 1 до 3% - у повітрогрійному в залежності від навантаження котла і частки підмішуваних газів та варіанту їх відбору. Результуючий приріст ККД котельної установки з системою теплоутилізації димових газів становить 1,4 – 4,7% з урахуванням зменшення ККД в котлі на 1,3-3,1% при реалізації рециркуляції димових газів.

Висновок. Застосування пропонованих теплоутилізаційних систем з використанням утилізованої теплоти для нагрівання зворотної води та повітря на горіння дозволяє не лише компенсувати втрати теплоти на рециркуляцію димових газів, а і підвищити ефективність котельних установок малої та середньої на 1,4 – 4,7%.

ВПЛИВ НОМЕРУ РЯДУ СТРУМЕНЕВОЇ ПАЛИВОПОДАЧІ НА АЕРОДИНАМІКУ І СУМІШОУТВОРЕННЯ В ПАЛЬНИКАХ СТАБІЛІЗАТОРНОГО ТИПУ

Фіалко Н.М.[1], Меранова Н.О.[1], Шеренковський Ю.В.[1], Прокопов В.Г.[1], Альошко С.О.[1], Полозенко Н.П.[1], Юрчук В.Л.[1], Абдулін М.З.[1,2], Кутняк Ольга Миколаївна[1], Чехаровська М.І.[1]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. +38(044)456-91-71, e-mail: nmfialko@ukr.net
2 - Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», 03056, м. Київ, пр.Берестейський,37

Для нових модифікацій пальникових пристроїв особливий інтерес становлять дослідження структури течії і сумішоутворення в даних пристроях, як процесів, що значною мірою визначають ефективність спалювання палива. При цьому актуальним є виявлення ефектів впливу на вказані процеси різних визначальних факторів. Дана робота присвячена відповідним дослідженням щодо пропонованої модифікації мікрофакельних пальників з багаторядною системою подачі паливного газу.

Мета роботи. Встановити ефекти впливу номеру ряду подачі паливного газу на характеристики течії і сумішоутворення в мікрофакельних пальниках стабілізаторного типу.

Результати роботи. Виконано дослідження особливостей аеродинаміки і змішування палива і окиснювача при подачі палива в різні ряди газоподавальних отворів пальників, що розглядаються. Встановлена наявність суттєвих відмінностей в структурі як течії, так і сумішоутворення при подачі паливних струменів через перший, другий і третій ряд отворів. Зокрема показано, що при фіксованому значенні коефіцієнта надлишку повітря зі збільшенням номера ряду N_p, тобто з віддаленням паливоподачі від зривної кромки стабілізатора полум'я, знижується протяжність зони зворотних токів за ним і середня концентрація метану в даній зоні. Встановлено також , що при більших значеннях N_p значнішу частину поперечного перерізу, що проходить через торець стабілізатора, займає паливна суміш, що відповідає концентраційним межам запалення.

Висновки. Для пропонованих пальників з багаторядною системою паливоподачі виконано аналіз закономірностей зміни характеристик течії і змішування палива і окиснювача при подачі паливного газу в різні ряди газоподавальних отворів. Показано, що вказані характеристики можуть суттєво відрізнятися за умови подачі палива в перший, другий і третій ряд паливоподавальних отворів. Результати виконаних досліджень можуть бути покладені в основу розробки рекомендацій щодо конструктивних рішень систем паливоподачі нових мікрофакельних пальникових пристроїв.

ТЕМПЕРАТУРНІ ВИМІРЮВАННЯ В СФЕРІ ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

Зайцева Олена Олександрівна, Чередниченко С.В., Бичок О.В., Ісхакова О.Б.

Державне підприємство «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ», м. Київ
тел. (044) 526-53-89, e-mail: ezaytseva@ukrcsm.kiev.ua

Мета Метою цієї статті є розгляд особливості температурних вимірювань в сфері зберігання та транспортування лікарських засобів.

Результати роботи Однією з умов безпечного застосуванні лікарських засобів є дотримання зовнішніх умов їх зберігання і транспортування, зокрема температури навколишнього середовища. У разі дії температур, що виходять за межі безпечного температурного діапазону, встановленого виробником, можлива втрата ефективності лікарських засобів, що може загрожувати здоров'ю пацієнта. Строк придатності деяких охолоджуваних ліків може значно скорочуватись при зберіганні їх при температурі оточуючого середовища, що значно збільшує ризик закінчен-ня терміну придатності препарату до його використання та призводить до фінансових витрат. Тому холодовий ланцюг передбачає застосування обладнання та засобів вимірювання та моніторингу температури. Засоби вимірювальної техніки, що застосовуються для забезпечення температурних режимів, повинні відповідати вимогам Технічного регламенту законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, підлягати періодичній повірці, а застосовуване обладання регулярно калібруватись. ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ» як призначений орган проводить роботи з оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки за програмою, наведеною в державних стандартах, які є доказовою базою презумпції відповідності. Еталонна та випробувальна база ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ» дозволяє проводити експериментальні дослідження в рамках оцінки відповідності широкої номенклатури типів таких засобів вимірювальної техніки: термометрів, термоперетворювачів опору, термоперетворювачів термоелектричних, логерів температури та відносної вологості, вимірювачів-реєстраторів, термотестерів тощо. Калібрування випробувального та лабораторного термообладанання виконується відповідно до методики калібрування розробленої ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ». Ця методика калібрування поширюється на кліматичні камери, сухоповітряні та рідинні термостати, муфельні печі, стерилізатори, сушильні шафи тощо

Висновок Дотримання температурних режимів під час зберігання та транспортування лікарських засобів необхідне для зменшення ризиків псування ліків. Метрологічне забезпечення температурних вимірювань в цій сфері забезпечує достовірність вимірювань температури і тим самим сприяє дотриманню умов зберігання та транспортування лікарських засобів.

ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ НА БАЗІ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОМІЖНОГО ДВЗ

Бганцев Валерій Микитович

Інститут проблем машинобудування НАН України, м. Харків
тел. +(380) 97-456-75-30, e-mail: bgancev_vn@ukr.net

Мета. Розвиток комунальної енергетики в Україні за рахунок впровадження енергетичних установок з паливними елементами (ПЕ).

Результати роботи. На сьогодні нестача природних енергоресурсів стає глобальною проблемою всього людства. Важливим також є екологічний стан оточуючого середовища. Тому останнім часом з'являються різноманітні шляхи вирішення означених проблем. Серед таких слід виділити розвиток водневої енергетики і один зі способів реалізації використання цього вида палива в ПЕ. Від двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), які працюють з електрогенераторами ПЕ відрізняються більш високим ККД, до 50 % і безпосереднім отриманням електричної енергії в процесах електрохімічної генерації. Останнім часом для цих цілей використовуються в більшості високотемпературні твердооксидні паливні елементи (ТОПЕ), що відрізняються процесами перетворення палива, наприклад метана, безпосередньо в самому ПЕ в водень і кисень, при чому останній береться з повітря. Викиди з ТОПЕ, а це в основному моно- і диоксид вуглецю, непрореагований водень направляються на переробку у зовнішніх пристроях.

В Інституті проблем машинобудування НАН України розроблено схему енергоустановки (ЕУ) з використанням ТОПЕ і газової турбіни сумарною потужністю 25 МВт. Також в ЕУ застосовано допоміжний газовий двигун-генератор, мета використання якого – нейтралізація шкідливих викидів з ТОПЕ і одночасно забезпечення електроенергією пристроїв ЕУ. Викиди з ТОПЕ охолоджуються і розподіляються між газовою турбіною і допоміжним ДВЗ таким чином, щоб не погіршувати за рахунок цих компонентів показники визначених двигунів. Основним паливом для ПЕ, газової турбіни і ДВЗ є метан. Співвідношення потужностей ДВЗ і газової турбіни знаходиться в межах 1:50 – 1:60. Аналогічні спроби використання допоміжних двигунів були здійснені за кордоном на корабельній силовій установці. Електроенергію виробляли за допомогою ТОПЕ, а шкідливі викиди спалювали в ДВЗ.

Висновок. Розглянуті схеми можуть бути успішно впроваджені в комунальну енергетику житлових районів міст, а також в інших місцях з відповідною екологічною обстановкою.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ СХЕМ ПАРОВИХ ТУРБІН ШЛЯХОМ ВНЕСЕННЯ МОДЕЛІ АБСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ З ПАРОВИМ ОБІГРІВОМ

Шубенко О.Л.[1], Бабак М.Ю.[1], Сенецький Олександр Володимирович[1,2]

1 - Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002,
e-mail: shuben@ipmach.kharkov.ua, bab67nik@gmail.com
2 - Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України,
e-mail: aleksandr-seneckij@ukr.net.

Мета роботи полягає у розробці простої апроксимаційної математичної моделі абсорбційного теплового насосу (АБТН) з паровим обігрівом (коефіцієнт перетворення $\mu = 1{,}71$), використовуючи характеристики розроблених термотрансформаторов і подальше її використання при розв'язанні задач з його інтеграції теплових схем парових турбін. Виконати дослідження зміни матеріальних потоків потужної парової турбіни при інтеграції АБТН з паровим обігрівом за опалювальний період.

Результатом роботи є аналіз переваг та недоліків, конструкції та режимів експлуатації АБТН спираючись на наявні технічні характеристики теплових насосів. Спираючись на проведену роботу для подальшої побудови математичної моделі АБТН обрано наявні характеристики продуктивності насосів Корпорації Broad і номограми СКБ «Теплосибмаш». Відповідно до наявних характеристик АБТН Корпорації Broad ($\mu_n = 1{,}71$) побудовано апроксимаційні вирази в залежності від нормативної теплової потужності насосу. Аналіз показав, що найбільш перспективними для впровадження АБТН до складу теплових схем потужних парових турбін типу «Т» і «ПТ» зі значним тепловим навантаженням. Перспективними для досліджень інтеграції АБТН в Україні є ПТ-60/70-130/13 і Т-110/120-130. Проведені дослідження на прикладі турбіни ПТ-60, які показали, що інтеграція АБТН дозволяє зменшити витрату палива і технічної води підживлення циркуляційної системи. Отримано, що впровадження АБТН до теплової схеми дозволяє працювати ПТ-60 на тепловому навантаженні без вмикання пікового водогрійного котла.

Висновки. Розроблено, запропоновано та адаптовано апроксимаційну математичну модель АБТН для розв'язання задачі інтеграції теплового насосу до теплових схем паротурбінних циклів. У роботі оцінено показники ефективності парової турбіни ПТ-60/70-130 / 13 за опалювальний період при інтеграції АБТН (24 МВт). Отримано, що впровадження АБТН дозволяє підвищити енергоефективність термодинамічного циклу паротурбінної установки та скоротити викиди шкідливих речовин (CO_2 та NO_x).

ПЕРСПЕКТИВИ НАКОПИЧЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ МОБІЛІЗОВАНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Фалько Володимир Юрійович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-89, e-mail: vptt@i.ua

Метою роботи є дослідження економічної та технологічної доцільності накопичення та транспортування теплової енергії за допомогою мобільних теплових акумуляторів**.**

Актуальність. Світове промислове виробництво споживає приблизно одну третину паливних ресурсів та дає майже п'ятдесят відсотків неутилізованої відпрацьованої теплоти. Доцільним рішенням є рекуперація теплоти промислових відходів. Використання відпрацьованого тепла від різних видів діяльності стало однією з провідних енергозберігаючих технологій, які призводять до зменшення теплових викидів, викидів вуглекислого газу і мінімізації використання викопного палива. Традиційна рекуперація відпрацьованого тепла для задоволення місцевого попиту на енергію, є добре налагодженою технологією при наявності сталого підключення споживача до теплової мережі. Однак топологічна невідповідність між джерелом неутилізованої теплоти та її споживачем залишається перешкодою, особливо при попиті на тепло за межами підприємства, розташованого на великій відстані і неможливості, чи недоцільності прокладання трубопроводів. Накопичення теплоти за допомогою мобільного теплового акумулятора (M-TES) розв'язує цю проблему. Економічне та екологічне дослідження M-TES показало, що вартість енергії (грн/МВт-год) пропорційна відстані транспортування. На сьогоднішній день в Україні вартість теплової енергії коливається від 1188 до 1308 грн/МВт-год, то ж за оціночними розрахунками використання M-TES ємністю до 1,2 МВт-год теплової енергії є доцільним при відстані від 2 до 50 км між джерелом і кінцевим споживачем.

Висновки. При транспортуванні відпрацьованої теплової енергії на вище вказану відстань, використання M-TES дає значний економічний ефект за рахунок зменшення витрат палива і знижує викиди вуглецю до 90% у порівнянні зі звичайним опаленням. Таким чином, зберігання відходів теплоти за допомогою M-TES в ряді випадків стає надійним способом теплопостачання**.**

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ЗАСТОСОВУВАННЯ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ОКРЕМИХ ОБ'ЄКТІВ

Демченко Володимир Георгійович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Актуальність цього дослідження продиктована військовою стратегією російської федерації зі знищення критичної інфраструктури та об'єктів генерації теплової та електричної енергії нашої країни. Це призводить до

аварійних і планових віялових відключень електрики та, як наслідок, відсутності централізованого постачання теплової енергії в опалювальний період. Тут приведені результати реального дослідження роботи комбінованої системи, що складається з автономної системи опалення окремої будівлі, обладнаної електричним котлом та тепловим акумулятором.

Тепловий акумулятор використовується як буфер теплоти, таким чином розмежовуючи генерацію та споживання теплової енергії. Інтеграція теплового акумулятора в систему опалення будівлі надає змогу: забезпечити стале теплопостачання будівлі, 100% покриття пікових динамічних навантажень, зменшення практично вдвічі одиничної потужності котла та експлуатаційних витрат до 30%.

Мета. Розв'язання проблеми забезпечення стійкого теплозабезпечення за допомогою мобільного теплового акумулятора в умовах відключення електроенергії.

Результати. Наведено результати натурних випробувань теплового акумулятора в умовах зимової експлуатації. Представлене дослідження є першим і наразі єдиним, проведеним в Україні, що дозволило перевірити доцільність використання мобільних теплових акумуляторів для системи опалення. Система працювала належним чином і відповідно до реальних умов експлуатації. Зіставлені економічні критерії та критерії ефективності направлені на зниження експлуатаційних витрат та забезпечення задоволення попиту на теплову енергію. При моделюванні ефективність системи з тепловим акумулятором порівнюється з циклом без накопичення енергії.

Висновок. Запропонована модель демонструє задовільну надійність і може бути використана для прогнозування роботи систем опалення та охолодження, обладнаних акумуляторами енергії. В реальних умовах використання мобільного теплового акумулятора потужністю 700 кВт забезпечило стале теплопостачання будинку площею 380 м^2 протягом 120 годин, що свідчить про великий потенціал цього рішення.

ПОРІВНЯННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ СТАНДАРТНОГО ТЕРМОЗОНДА У ЗРАЗКАХ НОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО МАСТИЛА Н 340 ТА МАСТИЛ, ЩО ВІДПРАЦЮВАЛИ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ГАРТУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСАХ

Москаленко Анатолій Андрійович, Проценко Л.М., Разумцева О.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 453-28-93, e-mail: admin@ittf.kiev.ua

Мета. В лабораторії термо-акустичної діагностики процесів нестаціонарного теплообміну відділу ТГЕТУ ІТТФ НАНУ на спеціальному стенді за методикою, яка відповідає Міжнародному стандарту ISO 9950 проводились дослідження охолоджуючих характеристик мінеральних гартувальних олив Mar Temp H340 з різним строком використання на виробництві. Для

вимірювань використовувався стандартний термозонд (D = 12,5 mm, L = 60 mm), матеріал – хромонікелевий сплав Inconel 600), при початковій температурі нагріву 850°С.

Результати. Результати тестування зразків масла з 5 печей з різним навантаженням металевою продукцією порівнювались з характеристиками олив на початку експлуатації та технічними вимогами до технологій термічної обробки, затвердженими на підприємствах.

Отримані результати у вигляді графіків залежності температури та швидкості охолодження зонду від часу, а також їх аналіз, висновки та рекомендації, передані на виробництво.

Висновки

1. Використання нової олії Н340 у виробничих технологіях гартування сталевих виробів протягом до 2,8 року на 5 виробничих комплексах не виявило за результатами стандартного (ISO 9950) тестування суттєвих змін початкової охолоджувальної здатності даного середовища.

2. Максимальна швидкість тепловідводу на свіжому мастилі складає 82,4 С/сек, на зразках після експлуатації на 10-13% нижче. Відповідна температура металу T_{Vmax} зростає на 5 – 10%.

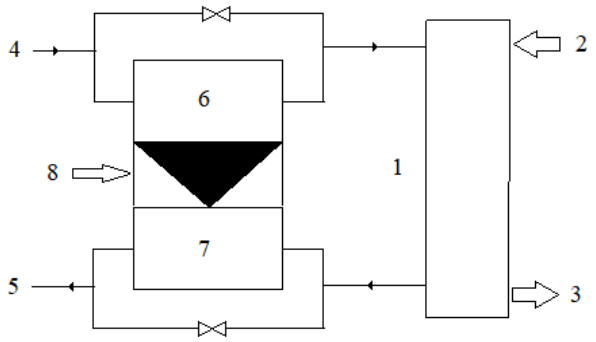
3. Покращення зафіксованих в тестах характеристик робочих мастил можна реалізувати частковою дозованою заміною відпрацьованого мастила на нове.

ЕФЕКТИВНІСТЬ АКТИВНОЇ УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ КОТЛІВ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДАХ ПАЛИВА

Басок Б.І., Дубовський Сергій Васильович, Пастушенко Е.П., Бабін М.Є.

Інститут технічної теплофізики НАН України, 03057, м. Київ, вул. Марії Капніст, 2 а
тел. +380 503124676, +380675876781, +380675200375, +380677373513,
e-mail: boris.basok@gmail.com, s.w.dubovskoy@gmail.com, pastushenko@vde.com.ua, bme010@gmail.com

Мета роботи. Робота спрямована на підвищення енергоефективності використання біомаси, зокрема деревної тріски, як і зволожених горючих твердих відходів тощо у системах централізованого теплопостачання (СЦТ) за рахунок дооснащення конденсаційних економайзерів (КУ) існуючих котельних тепловими насосами (ТН) компресійного типу (активна утилізація). Конкретною метою роботи є оцінка раціональних технологічних параметрів ТН залежно від температур зворотної води теплової мережі СЦТ на основі математичного моделювання процесів тепломасообміну та перетворення



енергії в системі КУ- ТН.

Результати роботи. Організація активної утилізації може здійснюватися за багатьма варіантами, кожний з яких має переваги і недоліки. У цій роботі розглянуто схему використання ТН (див. рис.) з попереднім охолодженням мережевої води у випарнику ТН перед подачею у КУ, де прийняті такі позначення: 1-КУ, 2, 3 - вхід та вихід димових газів, 4, 5 – вхід та вихід мережевої води, 6, 7- випаровувач та конденсатор ТН, 8 – електрична енергія приводу ТН. Прийнятий тип КУ – поверхневий з гладкими трубами та зустрічним рухом води і газів. Технологічна і економічна модель КУ адаптована за літературними даними натурних випробувань. Математична модель ТН побудована на основі даних виробників компресору. Пошук оптимальних температур попереднього охолодження та догрівання мережевої води за критерієм мінімуму змінних витрат проведений у діапазоні температур зворотної води 30°C-70°C. На основі розрахунків здійснені порівняльні оцінки систем активної та пасивної утилізації.

Висновки. Впровадження активної утилізації на котельних СЦТ, оснащених КУ розширює діапазон припустимої температури зворотної води, збільшуючи сезонний відпуск теплоти без додаткових витрат палива. Економічність активної утилізації істотно залежить від співвідношення цін на електричну енергію та паливо, зростаючи у бік підвищення ціни палива.

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ ВІДПУЩЕНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДЖЕРЕЛА У СИСТЕМІ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Звягінцев Володимир Леонідович, Івченко О.В.

Сумський державний університет, м. Суми, вул. Миколи Сумцова, 2, тел. 095 349 1022

В нормативних документах РД 34.09.255-97 «Методические указания по определению тепловых потерь водяных тепловых сетях» та законодавчому акті КТМ 204 Україна 244-94 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби України» завищено теплові втрати у водяних теплових мережах.

В РД 34.09.255-97. теплові втрати у теплових водяних мережах розглядають безсистемно та помилково вважають теплові втрати у споживачів як теплові втрати у тепловій мережі.

Рекомендації, які наведені в КТМ 204 Україна 244-94 для середніх параметрів теплових втрат у водяних теплових мережах, що залежать від протяжності мережі та значень відпущеної теплової енергії від джерела мають дуже завищенні значення.

Загальні переваги запропонованої системи теплопостачання закритого та відкритого типу, які мають тепловий баланс відпущеної теплової енергії від ТЕЦ (котельні) є те, що системно до теплових втрат у водяних

теплових мережах додають приховані аномальні теплові втрати у житлових будинках у вигляді комунальної теплової енергії та теплових втрат у системах гарячого водопостачання житлових будинків, причому, обсяг теплових втрат у водяних теплових мережах зменшують на сумарну величину теплових втрат у житлових будинках.

Пропоноване авторами рівняння теплового балансу відпущеної теплової енергії від джерела містить повне та системне значення, що показує дві аномалії теплових втрат у споживачів, що наразі віднесено до теплового балансу як теплові втрати водяної теплової мережі.

Наведені приклади розрахунку дають можливість обчислити сумарні теплові навантаження житлових будівель після переведення окремих квартир на індивідуальну форму опалення та відключення від загальної теплової мережі.

ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОКОМПЛЕКСІВ МІСТ УКРАЇНИ У ВІЙСЬКОВИЙ ПЕРІОД

Сігал Олександр Ісакович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Зима 2023-2024 року в Україні не обіцяє бути легшою за попередню.

Для регулювання енергетики необхідно замістити біля 6 ГВт зруйнованих потужностей та до 8,5 ГВт окупованих. З урахуванням втрачених територій та мобілізацій резервів необхідний обсяг розподіленої генерації можна оцінити у ~30%, тобто близько 5 ГВт.

Виходячи з того, що на тепло та енергозабезпечення населення витрачається більше половини енергоресурсів Держави, проблема крім технологічної складової має і значну економічну, а також потребує комплексного підходу та нормативно- правового регулювання.

Основним регулюючим документом є Схема теплопостачання населеного пункту. - документ, що містить технічне та економічне обґрунтування будівництва, реконструкції (розширення, технічного переоснащення) та модернізації об’єктів у сфері теплопостачання з урахуванням перспективи розвитку населеного пункту, а також заходи щодо забезпечення енергоефективного, якісного, безпечного, екологічного та надійного функціонування системи теплопостачання населеного пункту.

Методика розроблення схем теплопостачання населених пунктів України, затверджена наказом Міністерства розвитку громад та територій України 02.10.2020 року N 235. Методика встановлює вимоги до розроблення схем теплопостачання населених пунктів з кількістю жителів більш як 20 тисяч, їх змісту, форми, порядку розроблення.

Інші документи міського планування у сфері теплопостачання, наприклад, Енергоплан, Стратегія розвитку енергетики, План відновлення енергетичної інфраструктури тощо, можуть бути лише додатковими матеріалами.

Розробляючи схему теплопостачання необхідно виділити пріоритети розвитку енергетичної інфраструктури. Якщо це економіка, через енергоефективність, то у цьому випадку є ресурс для покриття витрат через економію.

Але в Україні і перший (енергозбереження) і другий (екологічний) пріоритети посунув пріоритет безпековий.

Це будівництво та утримання резервних потужностей - низькоефективних малих котелень та взаємне резервування (кільцювання) теплових джерел та мереж (будівництво / відновлення перетинок); розосереджена генерація електричної та теплової енергії, пересувні котельні та когенерація на газі, біометан та сонячні електростанції.

Забезпечення безпеки та надійності теплопостачання в умовах воєнного стану це розосереджена генерація електричної та теплової енергії;

використання автономних джерел, в т.ч. пересувних блочно-модульних котелень; взаємне резервування (кільцювання) теплових джерел та мереж (будівництво / відновлення перетинок); залишення у використанні / резерві низькоефективних малих котелень

Що до обладнання для такої безпекової модернізації та майже все воно купується закордоном, що зрозуміло, бо більшим чином це кошти кредитів чи грантів, що звідти і надходять , але це шлях гарантованого вбивства Українських енергетичних виробників: знищення вітчизняної енергетичної науки.

Враховуючи що життєвий цикл об’єктів енергетики складає 30-100 років і на протязі всього часу вони повинні бути конкурентоздатні на внутрішньому та зовнішньому ринках, без належної державної підтримки пілотних проривних проектів та впровадження проривних технологій, які покладені в їх основу їх реалізувати неможливо.

ДЕЯКІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ, ЩО ВКЛЮЧЕНІ ДО СХЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТ УКРАЇНИ

Ніжник Наталія Андріївна, Сігал О.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст 2а, м. Київ,

Для імплементації вимог європейського законодавства при розробці схем теплопостачання міст України необхідно передбачати заходи в напрямку досягнення відповідності системи централізованого теплопостачання (СЦТ) міста статусу «Ефективної» в розумінні Директиви 2012/27/ЄС "Про енергоефективність" та Закону України «Про енергетичну ефективність» (тобто, забезпечення використання мінімум 50% відновлюваної енергії, або 50% відпрацьованої (скидної) теплоти, або 75% теплоти від когенерації, або 50% сукупності такої енергії та теплоти).

Інститут технічної теплофізики НАН України був одним з розробників Схем теплопостачання м. Києва, м. Одеси та м. Житомира (в розробці), в рамках цих робіт були запропоновані способи використання водню при

модернізації СЦТ на існуючих підприємствах.

Так, з метою скорочення викидів забруднюючих речовин та парникових газів в центральній частині міста Києва, запропоноване поступове переведення потужного теплоджерела СТ-1 у центрі міста на водневе паливо. До 2030 року на СТ-1 також заплановано реконструкцію існуючих застарілих котлів "Фостер-Уиллер" та "ЦКТИ", або заміну їх на нові котли приблизно аналогічної потужності, з можливістю працювати на метано-водневій суміші. Передбачається, що електроенергія отримуватиметься від «зеленої» енергетики і буде використовуватися для електролізу води на СТ-1, до 2030 року в обсязі до 300 МВт, після 2030 року – поступово зростатиме до повного задоволення потреб СТ-1. Джерело водопостачання – сира вода річки Либідь, з поверненням чистої води, отриманої в результаті конденсації водяної пари, назад до річки.

З метою скорочення викидів забруднюючих речовин та парникових газів від СЦТ міста, передбачається створення «водневого ХАБу» на базі РК «Південна-1», з поступовим переведенням котлів РК «Південна-1» на паливо, що містить водень. Електроенергія в цьому проекті отримуватиметься через мережу від загальної енергосистеми від «зеленої» енергетики (з використанням відновлюваних джерел енергії), і використовуватиметься для електролізу води на РК «Південна-1». Використовуватиметься водопровідна вода, з можливістю її відновлення в процесі спалювання воденьвмісного палива, зі створенням практично замкнутого по воді циклу.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ОПАЛЮВАЛЬНИХ КОТЛІВ В УКРАЇНІ ДЛЯ УНІФІКАЦІЇ РОЗРОБКИ АПАРАТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ

Бикоріз Євген Йосипович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м.Київ

Задача визначення обсягів та типорозмірів теплоутилізаційного обладнання, встановлення якого і відповідно серійний випуск в Україні потрібні для забезпечення максимальної економії природного газу в системах комунального теплопостачання, не вирішена та потребує детального дослідження.

Метою проведення науково-технічної роботи було визначення вихідних параметрів роботи найбільш поширених опалювальних котлів в Україні для уніфікації розробки апаратів утилізації теплоти, та оптимізація потрібної кількості типорозмірів таких апаратів для серійного виробництва.

Через велику кількість різних за типами (біля двох сотень різних типів), теплопродуктивністю та режимами роботи котлів майже неможливо узагальнити параметри роботи котлів потужністю до 1 МВт та виокремити типорозміри відповідних теплоутилізаторів. З іншого боку, споживання палива цими котлами складає не більше 9%, до того ж впровадження утилізаційних установок для котлів потужністю до 1 МВт є недоцільним з еко-

номічної точки зору, оскільки строк окупності буде перевищувати 5 років.

На 25% котелень, які доцільно обладнати утилізаторами теплоти, немає необхідного місця для встановлення додаткового обладнання, а для частини котелень, що складає близько 5%, немає можливості корисного використання у тепловій схемі цих котелень низькопотенційної теплоти, отриманої від теплоутилізаторів.

В реальних умовах експлуатації котлів їх технічні характеристики значно відрізняються від тих, які заявлені виробником у паспорті котла. Це пов'язано зі зміною теплового навантаження на котли протягом часових (річного та добового) циклів експлуатації системи.

В дослідженні визначені ефективність (експлуатаційний ККД) та параметри роботи котлів за фактичною витратою природного газу за умови задоволення потреб підключених споживачів у тепловій енергії на надання послуг опалення та гарячого водопостачання.

Визначена доцільність встановлення утилізаторів теплоти для котлів за їх фактичним навантаженням. Встановлено, що доцільно впровадити технологію утилізації теплоти димових газів для котлоагрегатів у межах дослідження. Визначені та узагальнені параметри роботи цих котлоагрегатів.

Проведено оцінку інвестиційної привабливості, та визначено, що найбільш інвестиційно привабливим є серійне виробництво апаратів утилізації теплоти для котлів, встановлена потужність яких складає 3 МВт і більше.

Визначені вихідні вимоги до теплоутилізаційних установок, для яких вважається доцільним серійне виробництво для встановлення за котлами наявного котельного парку комунальної теплоенергетики країни забезпечить можливість максимальної економії природного газу. Для впровадження теплоутилізаційних установок обрано 5 типорозмірів установок для котлів в залежності від встановленої потужності, а саме:

1. 2,5–3,15 МВт (3,5–5 МВт) планується впровадження 700 теплоутилізаторів.
2. 5,8–7,6 МВт(12–15 МВт) планується впровадження 400 теплоутилізаторів
3. 9–10 МВт (20–25 МВт) планується впровадження 500 теплоутилізаторів
4. 30–35 МВт планується впровадження 100 теплоутилізаторів
5. 58 МВт(100–200 МВт) планується впровадження 100 теплоутилізаторів

Загальна кількість утилізаторів теплоти до серійного виробництва – 1800 одиниць.

Розрахована економія природного газу за рахунок впровадження теплоутилізаційних установок обраних для серійного виробництва типорозмірів становить понад 0,3 млрд. м^3, або 3% від обсягу споживання природного газу галуззю комунальної теплоенергетики країни в цілому.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПОПЕРЕДНЬОІЗОЛЬОВАНИХ ТРУБ В ПОРІВНЯННІ З ТРАДИЦІЙНИМИ МЕТАЛЕВИМИ ІЗОЛЬОВАНИМИ ТРУБАМИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ

Лазорко Павло

ТОВ «ГРУПА КОМПАНІЙ «ІНФРАСФЕРА»
Тел. +38(050) 367 7477, e-mail: teh@infrasfera.com

Існуючих темпів заміни трубопроводів міських комунікацій явно недостатньо для покриття тисяч кілометрів мереж, що вибувають з експлуатації в Україні. В останні роки все більшого поширення набуло використання полімерних труб у реконструкції та будівництві нових мереж. Однією з основних переваг полімерних труб перед трубами із традиційних матеріалів є дуже тривалий термін служби. Виробники гарантують надійність полімерних труб терміном життєвого циклу, більше ніж 50 років.

Зрозуміло, вибір на користь полімерних матеріалів для трубопроводів не може виходити тільки з якісного уявлення про їх переваги. Обґрунтування такого вибору лежить виключно у сфері традиційного інвестиційного аналізу. Це означає, що вибір на користь тих чи інших матеріалів за конкретних умов визначається мінімумом сукупності всіх витрат за очікуваний період експлуатації об'єкта. Таким чином, важливою є оцінка повної вартості життєвого циклу (whole life costs (WLC) - англ.) трубопровідних систем. Якщо модель розрахунку WLC розробляти для труб опалення та гарячого водопостачання, з 1 варіантом електрозварні сталеві труби в ізоляції, та 2 варіантом полімерні труби в ізоляції. При моделюванні треба враховувати такі параметри, як: вартість самих труб, витрати на прокладку та монтаж, витрати на прокачування води з урахуванням витоків та витрати на аварійність.

За такого підходу труби з полімерів показують за 50 років, стабільно менші вартості життєвого циклу по всім діаметрів, ніж труби зі сталі. Сталеві труби котрі мають життєвий цикл до 30 років і потребують повторної перекладки на 25-30 рік використання (за умови належної якості метала, відсутності корозії та якості зварних стиків). У результаті труби з полімерів в термін 50 років показують найменшу вартість для всіх діаметрів у порівнянні зі сталлю в середньому на 57%.

При нормативних температурних графіках на розподільчих теплових мережах 150°/70° та 135°/70°, лише в Києві та Харкові застосовуються температурні графіки 115°/70° і то далеко не на всіх ділянках теплових мереж. В основному пікові температури не перевищують 95°С. Таким чином, при таких параметрах квартальних мереж опалення, уможливлює застосування труб з термостіких полімерних матеріалів в діапазоні малих діаметрів, від 30мм до 300 мм.

Всім цим вимогам відповідають труби з провідною трубою із армованого поліпропілену (PPR CT) в ізоляції зі спіненого пінополіуретану.

Наприклад, європейський виробник попередньоізольованих поліпропіленових труб компанія INTERPLAST S.A. (Греція. www.interplast.gr/en), (офіційний представник в Україні ТОВ «ГРУПА КОМПАНІЙ «ІНФРАСФЕРА» (InfraSfera.com). INTERPLAST S.A.) виробляє систему попередньоізольованих труб для мереж опалення та гарячого водопостачання під торговельною маркою Aqua-Plus PRINS, що відповідає стандартам EN 253, DIN EN 489, EN EN ISO 9001, EN ISO 14001, EN ISO 50001.

Поліпропіленова труба зовні ізольована однорідною ізоляцією із жорсткого поліуретану із закритими порами. Пінополіуретан має якісні характеристики, визначені EN 253, та відповідає стандартам EN 489. Виміряна теплопровідність склала 0,028/Вт·м-1К-1 відповідно до EN ISO 8497. Випробування проводилися FFI, Німецьким науково-дослідним інститутом централізованого теплопостачання. Зовнішня оболонка труби можлива в двох варіантах: поліетилен (ПЕ) або полівінілхлорід (ПВХ). Типорозміри системи Aqua plus – PRINS від 20/90 до 315/450 та класи застосування 1, 2, 4 та 5.

Ця Компанія постачає свою трубну продукцію у 55 країн світу

В 2023 році проведена процедура сертифікації цієї труби в Україні та отримані сертифікати відповідності і позитивний висновок санітарно-епідеміологічної експертизи для гарячого та питного водопостачання. У серпні-жовтні 2023 року в Україну для будівництва теплових мереж та мереж гарячого водопостачання було поставлено перші труби Aqua-Plus PRINS.

Вартість труби Aqua-Plus PRINS в Україні на 25% більше ніж ціна металевих попередньоізольованих труб СТ/ПЕ.

Гарантія: 10 років страхового покриття від Assicurazioni Generali.

Таким чином, зважаючи на вищевказане, система Aqua-Plus PRINS та інші подібні трубні системи мають суттєву перспективу для використання в проектах модернізації систем теплопостачання та горячого водопостачання в Україні.

Секція №5 Енергоефективність будівель, контроль та автоматизація об'єктів

СУЧАСНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ
(на прикладі Нового безпечного Конфанменту ЧАЕС)

Круковський Павло Григорович, Дробік О.В., Метель М.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (096) 333 7981, e-mail: kruk_2@ukr.net

Фізичний стан довільної будівлі різного призначення в основному складається з теплового і вологісного станів, а також фізичними процесами повітрообміну і масообміну в середині і зовні будівлі. При проектуванні задані фізичні стани і параметри будівель розраховуються за до-

помогою різноманітних методик, номограм, моделей і комп'ютерних програм різного рівня складності, які за останні роки стали більш ефективними і доступними, тому їх **огляд є метою доповіді**.

Результати роботи. Розглядаються наступні як добре відомі, так і нові методи, моделі, підходи і комп'ютерні програми різного рівня складності:

- добре відомий *метод і моделі з зосередженими параметрами*, в рамках якого в основних частинах моделі розташовують розрахункові вузли температури, тиску, концентрацій та ін., в яких зосереджують об'єми, ємності, теплоємності і різні джерела теплоти і маси, а між цими вузлами розташовують теплові і гідравлічні зв'язки, які забезпечують тепломасообмін між ними. Метод відносно простий і швидкій в реалізації, але точність низька і цілком залежить від точності завдання теплових і гідравлічних зв'язків між вузлами. Новою і достатньо потужною програмою, що реалізує цей метод, є програма Flownex.
- добре відомим і самим потужним *є польовий метод з розподіленими параметрами, заснований на CFD-моделях*, в яких кількість розрахункових вузлів може бути дуже великою в різних частинах моделі, де теплові і гідравлічні зв'язки між ними легко задаються значеннями фізичних середовищ. Популярною програмою, що реалізує цей метод і яка постійно оновлюється, є програма ANSYS-CFD.
- *гібридний підхід*, який дозволяє об'єднувати частину моделі з зосередженими параметрами, а частину з розподіленими параметрами, що дозволяє будувати складні моделі і одержувати детальні розподіли температур, концентрацій, тисків, швидкостей і т.д. в одних частинах моделі, а в інших одержувати їх тільки в вузлах. Такий підхід реалізується спільною роботою програм ANSYS-CFD і Flownex.
- *метод нейронних мереж* дозволяє одержувати швидкі моделі, але яким потрібна велика кількість вхідних-вихідних значень стану об'єкта.
- *метод (технологія) цифрових двійників* побудований аналогічно методу нейронних мереж з можливістю керування об'єктом.

Робота перелічених вище методів моделювання демонструється на прикладі фізичного стану унікальної будівлі - НБК ЧАЕС.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОМІРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ РІДИН ТА РЕЧОВИН З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ

Іванов Сергій Олександрович, Воробйов Л.Й., Декуша Л.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-42, e-mail: teplomer@ukr.net

Мета роботи – розроблення та створення спеціалізованого засобу експериментального визначення теплопровідності рідин та речовин з фазовим переходом з використанням теплометричного методу з двома тепломірами.

Результати роботи. За результатами аналізу сучасних методів та засобів визначення теплопровідності матеріалів а також з урахуванням особливостей дослідження рідин, запропоновано теплометричний метод визначення теплопровідності з двома тепломірами, що адаптовано для дослідження широкого кола матеріалів, що включає рідини та матеріали з фазовим переходом. Також запропоновано засіб вимірювання, який реалізує даний метод на практиці.

Як основу використано відомий стаціонарний метод визначення теплопровідності матеріалів у пласкому шарі з використанням двох тепломірів, згідно якого через досліджуваний зразок з плоскими паралельними поверхнями пропускається стаціонарний тепловий потік відомої густини, що направлений перпендикулярно до плоских поверхонь зразка. Для таких умов коефіцієнт теплопровідності досліджуваного матеріалу можна визначити знаючи товщину зразка, густину теплового потоку, що проходить через паралельні грані зразка та різниці температур на них.

Розроблено засіб вимірювання теплопровідності, що реалізує подібний метод та дозволяє досліджувати не тільки тверді зразки, а й рідини та речовини з фазовим переходом. Центральним елементом теплової частини приладу є розбірне ядро з двома паралельно розташованими тепломірами, один з яких об'єднаний з «нагрівником», а інший – з «холодильником», температура яких регулюється незалежно. У зібраному вигляді «нагрівник» та «холодильник» утворюють герметичну порожнину, яка заповнюється досліджуваною речовиною, що безпосередньо контактує з тепломірами. Самі тепломіри в робочому положенні розташовуються паралельно, а відстань між ними задає товщину шару досліджуваної речовини. Ядро розташовується всередині теплового блоку приладу, що призначений відтворення та підтримування заданого температурного режиму.

Станом на сьогодні окремі елементи приладу проходять тестування, а дослідження метрологічних характеристик заплановано на кінець 2023р.

Висновок. Запропоновано засіб експериментального визначення теплопровідності рідин та речовин з фазовим переходом з використанням адаптованого теплометричного методу з двома тепломірами.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Басок Борис Іванович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

В 2023 році ІТТФ НАН України започаткував проект Національного фонду досліджень за темою «Аеродинаміка, теплообмін та інновації для підвищення енергоефективності віконних конструкцій і їх використання для відбудови пошкоджених війною будівель України», вигравши відповідний конкурс «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди», посівши 29 позицію із 67 переможців, а загальна чисельність пода-

них заявок сягала 221. Проект розрахований на 2023-2024 роки із обсягами фінансування 1,38 млн і 2,58 млн, загалом 3,96 млн із загально виділених державою 266,3 млн.

В Україні на енергоспоживання у будівлях і спорудах припадає близько 40% кінцевої енергії, сфера будівель є найбільшим споживачем енергії в економіці країни. В цій сфері зосереджений найбільший потенціал підвищення енергоефективності. Актуальність проекту зумовлена тим, що найбільш слабким місцем в зовнішній оболонці будівлі є віконні конструкції, через них відбуваються найбільші питомі тепловтрати.

Практична ціль проекту – це сприяння організації виробництва і впровадження енергоефективних вікон спеціалізованими фірмами і їх масове використання для вставлення в будівлях, що пошкоджені (або зруйновані і потім відбудовані) через війну в Україні. Загалом метою проекту є дослідження аеродинаміки і теплообміну в системі будівля-довкілля і на цій основі проведення науково-технічного обґрунтування і розробка методів, механізмів та заходів щодо зменшення дисипативних теплових втрат через фронтальні і торцеві поверхні віконних конструкцій, підвищення їх загальної енергетичної ефективності та експлуатаційних характеристик, а також продовження терміну життєвого циклу. Мета в науково інженерному аспекті – це досягнення підвищення опору теплопередачі через віконні конструкції на 50…80% з відповідним зменшенням тепловтрат в довкілля взимку і зменшенням інсоляційних теплонадходжень влітку.

Основні об’єкти досліджень у 2023 році наступні:

- здвоєні вікна (два послідовні двокамерні) без та із тепловентильованим міжвіконним простором;
- тепловий опір віконних профілів різної конфігурації;
- трикамерний склопакет;
- вакуумний склопакет;
- склопакет з наноструктурованим аерогелем;
- рекомендацій по застосуванню вище означених конструкцій.

На 2024 рік заплановано виконання наступних блоків:

- створення і дослідження енергоактивних вікон;
- використання зовнішніх світлопрозорих віконниць;
- оптимізація встановлення вікон по проймі фасадної стіни;
- узагальнення результатів проекту, надання рекомендацій, пропозиції для виробництва, впровадження і експлуатації.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАЗМОВО-КАТАЛІТИЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

Грабова Тетяна Леонідівна[1], Чалаєв Д.М.[1], Базєєв Р.Є.[1], Ковальов В.І.[1], Гончаров П.В.[2], Гончарова О.М.[2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна, тел. +38(044) 424-98-86, e-mail: htplab@ukr.net
2 - Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, вул.Казимира Малевича, 11, м. Київ, 03150, Україна,
тел. +38(044)205-21-17, e-mail: goncharov.pavlo@gmail.com

Мета роботи. Підвищення ефективності знезаражування повітря в системах плазмово-каталітичного очищення повітря за рахунок збільшення концентрації озону в повітрі, що обробляється всередині іонізаційної камери, і створення умов для повного видалення залишкового озону з очищеного повітря при його обробленні в каталітичному фільтрі.

Результати. Плазмохімічне очищення повітря від органічних забруднень здійснюється шляхом його пропускання через область об'ємного високовольтного електричного розряду. Взаємодія повітряного потоку з низькотемпературною плазмою призводить до утворення хімічно активних частинок, таких як атомарний кисень, озон, гідроксильні групи, збуджені молекули та атоми, які вступають у реакцію зі шкідливими домішками та здійснюють деструкцію молекулярних забруднювачів. Після плазмохімічної обробки залишковий озон в повітрі нейтралізується за допомогою каталітичного фільтра.

Недоліком згаданого способу очищення повітря є недостатня ефективність інактивації мікроорганізмів у системах проточної вентиляції. Це обумовлено обмеженою здатністю каталітичного фільтра нейтралізувати залишковий озон, що не дозволяє створювати високу концентрацію озону всередині пристрою та повною мірою реалізувати знезаражувальний потенціал озону та активних частинок, що генеруються у коронному розряді.

Висновки. Авторами розроблено спосіб плазмово-каталітичного очищення повітря з використанням комбінованого каталітично-термічного розкладання надлишкового озону, при якому повітря в зоні коронного розряду обробляють підвищеною дозою озону, а перед подачею в каталітичний фільтр нагрівають до температури початку термічного розкладання озону. Для підвищення енергетичної ефективності процесу запропоновано технологічну схему фізичної та термодинамічної рекуперації теплоти.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ

Фриз Михайло Євгенович[1,2], Ковтун С.І.[2], Щербак Л.М.[2]

1 - Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль
тел.: +380974605090, e-mail: mykh.fryz@gmail.com
2 - Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ

Метою роботи є підвищення ефективності комп'ютерного моделювання стохастичних процесів, які характеризують стан об'єкта енергетики (технічний стан, стан довкілля, динаміку енергонавантаження, енергоспоживання, тощо) з використанням моделі періодичної авторегресії з випадковими коефіцієнтами (ПАРВП), яка дозволяє врахувати циклічні властивості та умовну гетероскедастичність досліджуваних процесів.

Результати. Концепція побудови умовного лінійного випадкового процесу (УЛВП) з неперервним часом передбачає стохастичне інтегрування випадкового ядра за процесом із незалежними приростами [1, 2]. Якщо цей процес є неоднорідним пуассонівським, то результуюча модель являє собою суму великого числа стохастично залежних випадкових імпульсів, які виникають у пуассонівські моменти часу. Модель ПАРВП є представником класу УЛВП із дискретним часом і використовується в задачах енергетичної інформатики для автоматизованого моніторингу та контролю, ідентифікації, прогнозування та комп'ютерного імітаційного моделювання різних процесів, пов'язаних із споживанням енергетичних ресурсів, а також технічним станом та станом довкілля об'єктів енергетики.

Запропонований метод комп'ютерного моделювання складається з двох етапів. На етапі статистичного оцінювання використовується загальна методологія оцінювання параметрів моделі ПАРВП та методи статистичного аналізу циклостаціонарних процесів. На цьому етапі здійснюється ідентифікація моделі. Етап комп'ютерного моделювання базується на застосуванні методів генерування циклостаціонарного білого шуму та його трансформацій цифровим лінійним фільтром із випадковими коефіцієнтами. Останні моделюються як гауссівські випадкові вектори з врахуванням властивості циклостаціонарності.

Висновки. Запропонований метод комп'ютерного імітаційного моделювання стохастичних шумових процесів, які мають місце при здійсненні моніторингу стану об'єктів енергетики дозволяє врахувати їх циклостаціонарність та умовну гетероскедастичність.

Література

1. M. Fryz, Mixing property and ergodicity of linear random processes, 2009 IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, Rende, Italy, 2009, pp. 343-346, doi: 10.1109/IDAACS.2009.5342967.
2. M. Fryz, L. Scherbak, M. Karpinski, B. Mlynko, Characteristic Function of Conditional Linear Random Process, Proceedings of the 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, CEUR Workshop Proceedings, Ternopil, Ukraine, November 16-18, 2021, pp. 129-135.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МОБІЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА МТА-0,5МВТ

Коник Аліна Василівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-89, e-mail: Alina_tds@ukr.net

Метою роботи автоматичної системи контролю (АСК) є забезпечення збору і первинної обробки вихідної інформації МТА-0,5МВт, створення єдиної системи звітності за показниками діяльності, підвищення якості інформації (її повнота, точність, достовірність, своєчасність), а також скорочення часу обробки інформації теплових процесів та її збереження.

Актуальність. На сьогоднішній день у світі активно розвиваються нові технології забезпечення тепловою енергією за допомогою мобільних теплових акумуляторів (Mobile thermal energy storage, M-TES). Якісну роботу M-TES забезпечує встановлена АСК. Призначення якої забезпечити управління процесом теплопостачання, доступ до інформації вимірювань та її перевірка. Тому АСК має виконувати наступні задачі:

- ✓ запобігання помилкам з боку користувача під час введення даних;
- ✓ спрощення введення даних;
- ✓ забезпечення захищеного протоколу автентифікації для входу в систему;
- ✓ забезпечення захищеного зберігання введених даних;
- ✓ надання відкритого online-доступу та засобів пошуку по відкритих даних, що містяться в публічному модулі, і можливості їх завантаження;
- ✓ створення відкритого API для розробників для забезпечення захищеного доступу до відкритих даних та їх завантаження в різних форматах.

Для реалізації дії системи дискретного опалення (СДО) автоматизується:

- ✓ інформаційна підтримка температур прямого та зворотного трубопроводів з боку споживача та акумулюючого модуля;
- ✓ управління процесом заряджання та розряджання МТА;
- ✓ реєстрація несанкціонованого доступу та пожежної безпеки МТА;
- ✓ географічне місцезнаходження МТА.

Висновки. В результаті встановлення АСК на МТА-0,5МВт відбувається підвищення надійності та автоматизація керування обладнанням МТА, зниження аварійності обладнання та вартості витрат на обслуговування. Забезпечення своєчасного аналізу аварійних подій та покращення реакції обслуговуючого персоналу, зменшення часу відновлення обладнання після відмов та аварій. Відбувається підвищення строку використання МТА шляхом оптимізації їх використання та своєчасної діагностики. Забезпечується кібербезпека та антивірусний захист інформації АСК.

ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЗДВОЄНИХ ДВОКАМЕРНИХ СКЛОПАКЕТІВ

Давиденко Борис Вікторович, **Новіков В.Г**, **Гончарук С.М.**, **Бєляєва Т.Г.**, **Хибина М.А.**

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна, тел. (+38 096) 377 3244, e-mail: bdavydenko@ukr.net

Мета роботи. Найпоширенішими заходами з підвищення опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій є нанесення низькоемісійних покриттів на внутрішні поверхні скла, заміна повітря в прошарках між поверхнями скла на інертні гази, що мають меншу теплопровідність, ніж повітря, та збільшення кількості камер в склопакетах. Вирішити дану проблему можна також шляхом комбінації двох двокамерних склопакетів, які послідовно встановлюються у віконну пройму. Метою даної роботи є дослідження характеристик перенесення теплоти та визначення опору теплопередачі системи з двох двокамерних склопакетів.

Результати. Дослідження радіаційно-конвекційного перенесення теплоти в системі з двох двокамерних склопакетів виконуються методом чисельного моделювання. Даний процес описується системою рівнянь, що включає рівняння нерозривності, рівняння перенесення імпульсу та енергії для газового середовища, та рівняння теплопровідності для скла. Течія повітря, що зумовлена природною конвекцією, вважається ламінарною. На всіх внутрішніх поверхнях скла задаються умови четвертого роду, що враховують радіаційно-конвекційний теплообмін на цих поверхнях. На зовнішній поверхні зовнішнього склопакета та на внутрішній поверхні внутрішнього склопакета задаються значення температури. Розрахункові дослідження виконуються шляхом скінчено-різницевого розв'язання даної системи рівнянь. В результаті визначаються поля швидкості повітряного середовища в камерах склопакетів та в проміжку між склопакетами, а також поля температури в газовому середовищі і в склі. Визначаються розподіли густин теплового потоку по поверхням скла та опори теплопередачі окремих склопакетів і всієї системи у цілому для випадків різної відстані між склопакетами.

Висновки. Аналіз результатів досліджень показує, що система з двох двокамерних склопакетів, що розташовані на певній відстані один від одного, дозволяє збільшити опір теплопередачі порівняно з одним двокамерним склопакетом без покриттів майже в 2,63...2,8 рази. Опір теплопередачі системи з двох двокамерних склопакетів збільшується зі збільшенням відстані між ними. Але це збільшення незначне. При збільшенні відстані між склопакетами від 32 мм до 120 мм, сумарний тепловий потік зменшується на 3,0%, а коефіцієнт опору теплопередачі збільшується відповідно на 3,1%.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ СКЛОПАКЕТІВ, МІЖСКЛЯНИЙ ПРОСТІР ЯКИХ ЗАПОВНЕНО ПОРИСТИМ АЕРОГЕЛЕМ

Новіков Володимир Григорович[1], Гончарук С.М.[1], Павленко А.М.[2], Лисенко О.М.[1]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна, тел. (+38 097) 067 9611, e-mail: nvg52@i.ua
2 - Келецький Технологічний Університет; ал. Тисячоліття Панства Польського-7, 25-314 Кельце, Польша

Мета роботи. Головною проблемою в розвинутих країнах є модернізація існуючого та доведення нового будівельного фонду до високих стандартів енергозбереження. Це завдання вимагає мінімального споживання енергії для обігріву приміщень. Потужним засобом у досягненні даної цілі є використання в будівництві нових матеріалів. До таких матеріалів відноситься також і аерогель. Аерогель — це пористий матеріал, що переважно використовувався в космічній галузі. Завдяки високим теплоізоляційним властивостям аерогель почали застосовувати також в будівництві для облаштування непрозорих і прозорих огороджувальних конструкцій. В сучасних склопакетах пористий аерогель використовується як наповнювач міжскляного простору вікон. Отже, мета даного дослідження полягає в визначенні характеристик процесу перенесення теплоти через віконні конструкції з аерогелем та в перевірці впливу параметрів пористого аерогелю на опір теплопередачі склопакету.

Результати. В даній роботі проведено чисельне дослідження моделей однокамерних склопакетів, міжскляний простір яких заповнено пористим аерогелем, який забезпечує вхід сонячного випромінювання, але не пропускає хвилі видимого спектру. Задача розглядається у двомірній постановці. Для її розв’язання побудовано дві CFD моделі однокамерних склопакетів з відстанню між скляними поверхнями 10 та 20 мм. На зовнішніх поверхнях скла задаються значення температури: температура скла з боку приміщення +15°C, з зовні - 22°C. На торцях моделі прийняті умови відсутності теплового потоку. В результаті чисельних досліджень визначено опір теплопередачі склопакетів в залежності від параметрів, які впливають на теплообмін та гідродинаміку газів у пористому середовищі аерогеля: коефіцієнт об’ємної пористості, коефіцієнт інерційного опору руху повітря, коефіцієнт в'язкого опору, теплопровідність аерогелю.

Висновки. За результатами дослідження встановлено, що опір теплопередачі склопакетів не залежить від коефіцієнтів опору руху повітря в пористому аерогелі. При зміні цих коефіцієнтів змінюється швидкість повітря в межах від 0,005 до 0,007 м/с, що ніяк не впливає на термічні характеристики склопакета. Суттєвий вплив на опір теплопередачі склопакета здійснюють коефіцієнт пористості аерогелю та його теплопровідність.

ВАЛІДАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ OPENFOAM НА ПРИКЛАДІ РОЗРАХУНКУ РУХУ ПРИРОДНЬОЇ КОНВЕКЦІЇ ПОВІТРЯ В ВИСОКІЙ ПОЛОСТІ ПІД ВПЛИВОМ РІЗНИЦІ ТЕМПЕРАТУР

Басок Б.І., Новіцька Марина Павлівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. 044-424-98-80, e-mail: mmarina@ukr.net

Серед елементів огороджуючих конструкцій енергоефективної будівлі, таких як стіни, вікна, стеля, підлога, найбільші втрати зазвичай відбуваються через віконні конструкції, що пов'язано з їх конструктивними особливостями. Тому визначення шляхів зменшення цих втрат є ефективним способом досягнення теплового комфорту користувачів та зменшення витрат на опалення у будівлях. Аналіз конструкції зазвичай проводять експериментально або за допомогою комп'ютерного моделювання. У кожного методу є свої переваги та недоліки. **Метою цієї роботи** є визначення можливості комп'ютерного моделювання віконної конструкції за допомогою програмного забезпечення із відкритим програмним кодом OpenFoam. Для валідації були використані дані роботи [1]. Розрахунок виконано для нестаціонарного режиму руху повітря в високому вертикальному вузькому прошарку – аналогу віконного склопакету. Чисельне моделювання проводилося при турбулентному режимі течії теплоносія (повітря) з використанням к-моделі турбулентності.

Розрахунок проводився на основі системи рівнянь імпульсу й енергії. Система диференційних рівнянь, що характеризують процес теплообміну та гідродинаміки в системі складалася з рівняння нерозривності, руху й енергії для рідини. Деякі **результати** розрахунку приведено на рис.1.

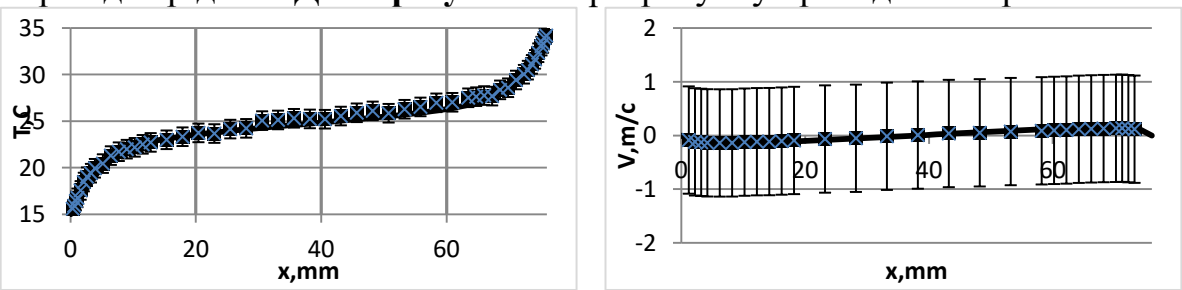


Рис. 1. Порівняння: суцільна лінія - дані розрахунку в центральному перерізі прямокутного прошарку на висоті y=0.5 та × - дані експерименту,

Висновок: результати моделювання відповідають значенням в межах похибки вімірювання, за умови проведення сіткового аналізу і вірного підбору кроку розрахунку по часу.

Література

1. P.L Betts, I.H Bokhari, Experiments on turbulent natural convection in an enclosed tall cavity, International Journal of Heat and Fluid Flow, Volume 21, Issue 6, 2000, Pages 675-683, https://doi.org/10.1016/S0142-727X(00)00033-3.

ДИНАМІКА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ПИЛУ В СЕРЕДИНІ ТА ЗА МЕЖІ НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТУ ЧАЕС ПРИ ОБВАЛЕНІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»

Скляренко Дмитро Ігорович, Дядюшко Є.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-60, e-mail: cklyr90@bigmir.net

Новий Безпечний Конфайнмент (НБК) ЧАЕС побудований з метою перетворення будівельних конструкцій Об'єкта «Укриття» (ОУ) в екологічно безпечну систему. Для забезпечення безпеки персоналу НБК та навколишнього середовища під час робіт необхідно контролювати та автоматично керувати протічками повітря з радіоактивними аерозолями (РА) назовні і всередину НБК за допомогою керування вентиляційними установками (ВУ) НБК.

Метою роботи є побудова CFD моделі термодинамічного та радіаційного станів НБК для моделювання аварійної ситуації з локальним викидом 8 кг РА в центральному залі ОУ при обваленні будівельних конструкції ОУ, розповсюдженням РА в ОО і осіданням РА на всіх поверхнях під НБК, а також врахування конвективних потоків повітря в ОО, які переміщують РА від локальних місць викидів до місць протічок під стінами НБК для контролю «низького» викиду РА за межі НБК в оточуюче середовище. Така робота дозволить оцінити прогнозні значення об'ємної активності (кг/м^3) та неконтрольованих витрат (м^3/с) протічок повітря з РА назовні і всередину НБК та керувати ВУ НБК з метою не перевищення граничнодопустимого рівня викиду РА за межі НБК.

Результати роботи.

1. Побудована CFD модель термодинамічного та радіаційного станів НБК яка враховує основні особливості викидів, розповсюдження і осідання РА під НБК та кліматичні умови ззовні та оцінює прогнозні значення об'ємної активності (кг/м^3) та витрат (м^3/с) протічок повітря з РА назовні і всередину НБК з метою не перевищення гранично допустимого рівня викиду РА за межі НБК;

2. Використовуючи найбільш вірогідний напрямок вітру 315^0 та середньомісячну швидкість вітру 4,2 м/с під час моделювання 18-ти годинної динаміки розповсюдження РА від обвалення будівельних конструкцій ОУ показує, що при використані 2-х вентиляційних установок нагнітаючого повітря в кільцевий простір (КП) НБК немає викиду повітря з РА за межі НБК. А при використані 3-х ВУ нагнітаючого повітря у КП, викид повітря за межі НБК складає 2,1 м^3/с під східною стіною НБК та максимального значення об'ємної активності біля 3 мг/м^3.

Висновок. За результатами роботи побудована CFD модель НБК яка оцінює значення об'ємної активності (кг/м^3) в НБК та витрати (м^3/с) протічок повітря з РА назовні і всередину НБК.

РОЗГЛЯД МОЖЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ УСТАНОВКИ З ПЕРЕРОБКИ СМІТТЯ ПІРОЛІЗОМ

Волошщина Ірина Вікторівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Піроліз метод термічної переробки відходів, в ході якої утилізована сировина розкладається на інші фракції: напівкокс, Піролізні рідини та піролізний газ. Горіння протікає без доступу кисню, отримані фракції можна використовувати як пальне. Правильно зібрана й оснащена піролізна установка екологічно безпечна.

Теплотворна здатність сухих ТПВ 9-11 МДж/кг, для порівняння, для бурого вугілля вона складає 12-19 МДж/кг.

Для того щоб піроліз на установка працювала з максимальним ККП, в матеріалі повинно міститися менше 15% вологи.

При відносно повільному нагріві, у відповідності з температурою до якої провадився нагрів, різні види палива здатні виділяти різний по складу набір летючих компонентів.

Процес протікає при температурі від 400 до 1500°С в залежності від типу відходів та температурного режиму переробки. Без доступу кисню утворюється горючий газ, рідке паливо та напівкокс. Пара та гази потрапляють в теплообмінник де вони розділяються: утворюється горючий синтез газ (суміш водню, метану, оксиду вуглецю, азоту та вуглекислого газу)та проходить конденсація рідкого палива.

Термічне розкладання багатьох твердих палив, таких як вугілля, сланець, торф,пластики та інші, дозволяє витягти з палива в помітних кількостях ряд цінних хімічних речовин — смоли, кислоти, висококалорійні гази (такі що містять в значних кількостях H_2, CH_4, Cn Hm) та ін. Ці речовини можуть бути використані або як паливо, або як сировина в хімічній промисловості для виробництва добрив і таке інше.

Таким чином можна виділити окремі групи зв’язків, які зруйнуються при визначених умовах з якоюсь приблизно однаковою для даної групи швидкістю. Тоді швидкість виділення продуктів термолізу, що утворюються в результаті зруйнування такої групи зв’язків, відповідно до закономірності фізичної хімії для ізотермічних умов протікання процесу можна записати

$$V = \sum_{\grave{o}=1}^{\grave{o}} \tilde{N}_{0\grave{o}} (1 - \mathring{a}^{-\hat{E}_{\grave{o}} \tau}),$$

де V – сумарна кількість летючих компонент, що виділились до моменту t; n – кількість груп реакцій , які враховуються при описанні процесу термолізу; C0n – кількісна характеристика визначеної групи реакцій. Тут T(t) задана функція зміни температури в часі. Інтеграл в показнику степені *e* був вирахуваний для випадку лінійної зміни температури.

Для неізотермічного процесу розв'язок рівняння ускладнюється. Якщо температура є функцією часу, то розв'язок задачі ускладнюється й сумарна

кількість летючих компонент, що виділилися до моменту часу τ, визначається залежністю:

$$V = \sum_{n=1}^{n} C_{0n}\left(1 - e^{-\int_0^t K_0 e^{-E/(RT(t))} dt}\right),$$

тут T(t) задана функція зміни температури з часом. Інтеграл в показнику ступені e був вирахуваний для випадку лінійної зміни температури. Для нашої задачі це рішення можна представити як:

де b - швидкість нарастання температури T_0 - початкова абсолютна температура процеса, T - поточна абсолютна температура процеса.

Функція $H(r)$

$H(r) = r.\ 10^{-1/\ r} + 2{,}303\ \mathrm{Ei}\ (-2{,}303/\ r)$.

По виразу можна вирахувати значення інтегралів для заданої температури процесу, далі по формулі знайти кількість летючих, що виділилися до моменту досягнення даної температури або по досягненню однозначно пов'язаного з нею часу.

Кінетичні константи процесу розпаду продуктів термолізу

сполука	*E_p, ккал/моль*	*k_{0p}, 1/мин*
Мурашина кислота	18 800	$2{,}3.\ 10^6$
Уксусна кислота	30 850	$2{,}88.10^7$
Пропіонова кислота	20 800	$1{,}05.10^5$
Метиловий спирт	22 350	$8{,}15.10^5$
Фенол най простіший	33 400	$3{,}16.10^7$

Таким чином можна розраховувати переважний перебіг піролізу для визначених груп складових та відповідно автоматизувати процес термолізу.

Проте треба зазначити, що до продуктів піролізу можуть входити дуже небезпечні діоксини. Вони здатні забивати собою фільтри, а при потраплянні в довкілля будуть отруювати все живе. Галогени, що входять до їх складу містяться в папері та пластику.

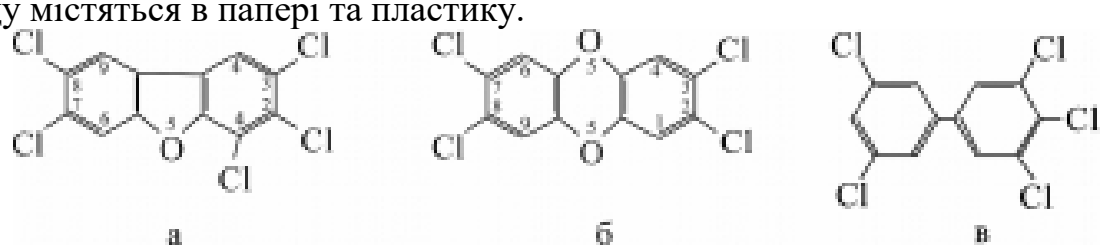


Рис.1. Структурна формула найбільш небезпечних галогенних сполук: а) -2,3,7,8 тетрахлордібензол -п- діоксин; б) -2,3,4,7,8 - пентахлордібензофуран, в) -3,3',4,4',5 пентахлорбіфеніл.

Проте їх можна спалити при температурі більше 1300 С впродовж 2 с. Це треба мати на увазі при побудові технологічного процесу.

СПРОЩЕНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ БУДІВЕЛЬНИХ СКЛОПАКЕТІВ

Недбайло Олександр Миколайович[1,2], Басок Б.І.[1,2], Божко І.К.[1], Мартенюк В.О.[3]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Булаховського, 2, корп. 2, к.101, м. Київ, 03164, +380444242527, nan_sashulya@ukr.net
2 - Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», вул. Політехнічна, 6, м. Київ, 02000
3 - Національний університет харчових технологій, Україна, вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01033

На сьогоднішній день в Україні, через стрімке зростання тарифів на традиційні енергоносії, гостро постає проблема термомодернізації будівель. У той же час на ринку світлопрозорих конструкцій існує безліч товарних пропозицій, що відрізняються якісними та вартісними показниками.

Метою роботи є розроблення інженерної експрес-методики визначення термічного опору зразків будівельних клеєних склопакетів.

Для такого роду зразків характерний складний механізм теплообміну, що включає теплопровідність, конвекцію та випромінювання.

Результати. Для аналізу розрахункових результатів експериментів з різними склопакетами використовувалося спеціальне програмне забезпечення The Pilkinton Glazing Calculator v. 02.01.01 одного зі світових лідерів у виробництві скла різного призначення компанії Pilkington. Програма дозволяє визначити коефіцієнт термічного опору багатокамерного склопакета з довільними технологічними відстанями по периметру між шибками (у тому числі з низькоемісійними покриттями) з типоряду виробника та газовим заповненням прошарків між останніми, а також показники світлопропускання склопакета в цілому. Також, як референсні значення для порівняння, були взяті наведені термічні опори теплопередачі для досліджуваних склопакетів з ДСТУ Б В.2.7-107:2008 «Склопакети клеєні будівельного призначення». В роботі представлені розрахунки за результатами експериментів для досліджуваних склопакетів у порівнянні з програмними розрахунками та даними з нормативної документації. Слід зауважити, що максимальна розбіжність між значеннями для одного склопакета не перевищила 15% (в середньому близько 7%), що свідчить про прийнятність цієї експрес-методики для вхідного контролю продукції або проведення енергоаудитних заходів у разі відсутності сертифікації склопакетів.

Висновки. Така методика може бути рекомендована для вибіркового вхідного контролю продукції або проведення енергоаудиту у разі відсутності супровідної документації (сертифікату) на вироби.

ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИЙ ПІДХІД ДО КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ВІКОН

Дубовський Сергій Васильович, Бабін М.Є.

Інститут технічної теплофізики НАН України, 03057, м. Київ, вул. Марії Капніст, 2 а, тел. +380675876781, +380677373513,
e-mail: s.w.dubovskoy@gmail.com, bme010@gmail.com

Вступ. Вікна є неодмінним конструктивним елементом будівлі, призначеним для забезпечення освітлення, звукової ізоляції, вентиляції, захисту приміщень від вітрового навантаження і проникнення вогню. Згідно вимог комфортного природного освітлення площа вікон становить звичайно до 18%-20% площі зовнішньої огорожі будівлі при тому, їх термічний опір є низьким порівняно із стінами будівлі, теплові властивості яких можна поліпшувати застосуванням додаткових шарів теплової ізоляції. Покращання теплових властивостей вікон є предметом інтенсивних досліджень і розробок, що виконуються у руслі проблем сталого розвитку, декарбонізації економіки та укріплення енергетичної безпеки. Запропоновані, розроблені та втілені у комерційний обіг зразки енергоефективних вікон, можуть суттєво відрізнятися за разовими і потними витратами, ціною, матеріалами, впливом на функціональні властивості вікон – світопрозорість, газопроникливість, Зовнішній ефекти від їх масового впровадження залежать також від виду систем опалення та охолодження будівель, вживаних палив та викидів шкідливих та парникових газів.

Мета роботи полягає у розробці та первинній апробації методичних положень щодо об’єктивного оцінювання різних зразків енергоефективних вікон за критеріями енергетичної та економічної ефективності для подальшої розробки рекомендацій щодо підтримки їх впроваджень або напрямів подальшого удосконалення.

Результати роботи представлені у вигляді системних критеріїв енергетичної та економічної ефективності для порівняльної оцінки різних зразків енергоефективних вікон, обмежень на їх основні функціональні властивості, зокрема, щодо умов природного освітлення, а також результатів первинної апробації на прикладі вибірки комерційних зразків одно та двох камерних склопакетів з наповненням повітрям, аргоном та криптоном з радіаційним шаром та без нього.

Висновки. Результати роботи підтверджують доцільність використання запропонованої методології при проведенні теплофізичних досліджень енергоефективних склопакетів та оцінці перспектив їх масового впровадження.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО ОПОРУ ВІКОННИХ ПРОФІЛІВ РІЗНОГО ТИПУ

Гончарук Світлана Михайлівна, Кужель Л.М., Лисенко О.М., Опришко В.П., Веремійчук Ю.А.

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, Київ, 03057, Україна

Найбільш проблемними ділянками з точки зору питомих (на одиницю площі фасаду) теплових втрат є світлопрозорі конструкції (СК). Основними складовими СК можна назвати склопакет (або шар скління) та віконний профіль (в тому числі з наявністю або відсутністю відповідної фурнітури). Так як у віконній конструкції (ВК) площа віконних рам займає до 25%, то відповідно і через них теж відбувається певна частина тепловтрат. Зрозуміло, що основні теплові втрати припадають саме на світлопрозору частину віконної конструкції, але і втрати, що відбуваються через віконний профіль, також потрібно враховувати та сприяти їх зменшенню.

В даній роботі були проведені експериментальні дослідження теплотехнічних характеристик віконних профілів різних типів. В результаті обробки отриманих експериментальних даних визначені значення опору теплопередачі віконних профілів, оскільки в діючих стандартах України такі значення не приведені, та встановлено оптимальний варіант віконного профілю, який рекомендовано для встановлення у віконний проріз для зменшення тепловтрат.

Експериментально визначені значення опорів теплопередачі склали для:

- трикамерного профілю ВК: $R_{о,експ}$= 0,62 м^2·К/Вт (у паспорті на виріб виробник зазначив значення $R_{п.з.}$= 0,62 м^2·К/Вт);
- п’ятикамерного профілю ВК: $R_{о,експ}$=0,76 м^2·К/Вт ($R_{п.з.}$= 0,77 м^2·К/Вт);
- шестикамерного профілю ВК: $R_{о,експ}$=0,83 м^2·К/Вт ($R_{п.з.}$= 0,91 м^2·К/Вт).

Виходячи з отриманих результатів експериментальних досліджень теплопередачі через віконні профілі, можна зробити висновок, що з огляду на теплотехнічні характеристики та цінову категорію, оптимальним варіантом вибору і встановлення є п’ятикамерний віконний профіль.

Також в роботі показано, що додаткове утеплення віконного прорізу теплоізолюючим коробом та утеплення віконних відкосів призводить до зменшення тепловтрат через віконну конструкцію.

В ході експериментальних досліджень було виявлено теплофізичний ефект, що спостерігається в полудень в зимовий період і полягає в оберненні напрямку теплового потоку на зовнішній поверхні склопакету і віконного профілю, що пов’язано з нестаціонарністю процесу теплопередачі та з впливом денного розсіяного сонячного випромінювання.

ТЕРМОГАЗОДИНАМІЧНИЙ ТА РАДІАЦІЙНИЙ СТАН БУДІВЛІ НБК ЧАЕС ПРИ ПОЖЕЖІ

Смольченко Дмитро Андрійович

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-60, e-mail: dima-smolchenko@i.ua

Новий Безпечний Конфайнмент (НБК) є захисною спорудою, що включає в себе обладнання для вилучення із зруйнованого 4-го енергоблоку ЧАЕС матеріалів, які містять ядерне паливо, забезпечення безпеки персоналу, населення і оточуючого середовища, а також перетворення зруйнованого енергоблоку в екологічно безпечну систему. *Моделювання термогазодинамічного та радіаційного стану* є необхідним для *ефективного контролю та безпечного керування НБК*. Це дозволяє визначити і забезпечити радіаційну безпеку для оточуючого середовища.

Метою роботи є виконання моделювання розповсюдження радіоактивних аерозолів (РА) в основному об'ємі (ОО) НБК, кільцевому просторі Арки НБК і викидів в оточуюче середовище при пожежі на покрівлі даху машзала. Наведені розрахункові зміни рівня концентрації РА в ОО і інтегральний викид РА за межі НБК за прийнятий час сценаріїв є кінцевими результатами моделювання для вибору компенсаційних заходів захисту персоналу і навколишнього середовища.

Результати роботи.

1. Розроблені моделі термогазодинамічного і радіаційного станів НБК дозволили провести моделювання прогнозів розповсюдження РА в основному об'ємі НБК, кільцевому просторі Арки НБК і викидів в оточуюче середовище для всіх аварійних сценаріїв, наданих ЧАЕС.

2. У сценарію 2,а «Пожежа в ОО», пожежа призводить до тимчасового підйому температури і тиску в ОО (з пожежним навантаженням **647 кг**) і інтегральному «низькому» викиду РА (що складає **17,7 грам** викиду за час пожежі) із НБК за 12 хв. **$28{,}85\cdot10^{6}$ Бк** (із загальної активності **$1{,}75\cdot10^{10}$ Бк**), шо несе певну загрозу оточуючому середовищу, хоча не перевищує допустиме значення **700 МБк** за місяць.

3. Сценарій 2,б «Пожежа з ізоляцією ОО» несе в порівнянні з сценарієм 2,а більш жорстоку загрозу для оточуючого середовища з інтегральним викидом РА **$1{,}08\cdot10^{10}$** Бк.

Висновок. Досліджені аварійні сценарії радіаційних станів НБК і низького викиду за межі НБК були обмежені тільки одним напрямком (315°) і помірною швидкістю вітру 4,2 м/с, при яких немає низького викиду РА, в той час, як при великій кількісті інших напрямків, і особливо швидкостях вітру, низький викид РА може бути набагато більшим. Розроблені моделі дозволяють одержати залежності низького викиду РА від всіх напрямків і швидкостей вітру для довільних аварійних сценаріїв і оперативного керування системою вентиляції з метою максимального зниження низького викиду РА в оточуюче середовище.

МЕТОДИКА CFD-МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ КРІЗЬ ПОЛУПРОНИКНІ СТІНКИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Дядюшко Євгеній Валентинович, Смольченко Д.А.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-60, e-mail: diadiushko@i.ua

Існує багато об'єктів, врахування термогазодинамічного стану в яких важливе на етапі проектування, на етапі експлуатації, або ж на обох цих етапах. У деяких випадках ці об'єкти можуть мати в своїх стінах чи оболонках безліч дрібних щілин та отворів (приклад: Новий Безпечний Конфайнмент ЧАЕС). У цьому випадку такі оболонки або стіни можна вважати полупроникними. У сучасних реаліях, коли все більше уваги приділяється дослідженням за допомогою комп'ютерного моделювання, дуже важливо мати інструмент, який дозволить правильно враховувати як газодинамічний, так і тепловий стани зазначених об'єктів. Наразі не було знайдено робіт, які б описували підходи до моделювання таких випадків, а наявні CFD-інструменти потребують або точного врахування місцезнаходження цілин та отворів (що майже неможливо), або моделювання за допомогою пористих стінок, які суттєво збільшують кількість розрахункових комірок моделі (і час розрахунку) і не дають змоги врахувати спряжений та радіаційний теплообмін стінки с оточуючим середовищем.

Метою роботи є розробка підходу CFD моделювання тепло- і масопереносу через тверді частково проникні стінки, який також дозволить врахувати як спряжений, так і радіаційний теплообмін.

Результати роботи.

1. Розроблені додаткові функції для моделювання тепло- і масопереносу через тверді полупроникні стінки, які можна використовувати в програмах для CFD-моделювання (наприклад ANSYS Fluent).

2. Функції використовують можливість програми працювати з окремими комірками, що прилягають до поверхонь (які, в даному випадку, вважаються частково проникними). В протилежних одна до одної комірках створюються джерела/стоки маси (розраховуються функцією в залежності від об'єму комірки, густини рідини, перепаду тиску, товщини стінки, площі контакту з нею та ймовірного гідравлічного опору стінки) і теплоти (залежать від джерел/стоків маси та перепаду ентальпій). Вони були верифіковані на низці тестових розрахунків, що дало позитивні результати.

Висновок. Розроблені додаткові функції тепло- і масопереносу через тверді стінки були верифіковані на тестових прикладах і зроблений висновок, що вони дозволяють отримати вірні значення масопереносу через частково проникні поверхні, при цьому вірно враховуючи спряжений та радіаційний теплообмін, а, також, заощадити час розрахунку.

ПРИЛАДНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ ЗАДАНИМ ФІЗИЧНИМ СТАНОМ БУДІВЛІ НБК ЧАЕС

Дейнеко Андрій Іванович, Фролов Г.О., Гаврилко Є.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. (044) 453-28-60, e-mail: kruk_2@ukr.net

Відстеження проектних параметрів під час експлуатації НБК здійснюється персоналом ЧАЕС на базі локально розташованих по НБК вимірювальних приладів з метою контролювання температурного, вологісного, гідравлічного (термогазодинамічного) та радіаційного станів, які фіксуються комплексною системою вимірювань (моніторингу). Дотримання проектних параметрів НБК існуючими інженерними системами під час експлуатації НБК має забезпечити сторічний ресурс.

Температурний стан НБК вимірюється термодатчиками розташованими по НБК, вологісний стан – датчиками абсолютної та відносної вологості, гідравлічний стан – датчиками абсолютного тиску і датчиками перепаду абсолютних тисків, віддаленими від НБК метеостанціями та витратами повітря вентиляційної та рециркуляційної систем, радіаційний стан – датчиками об’ємної активності аерозолів. Існуюча система моніторингу фіксує локальні вимірювання параметрів в місцях розташування вимірювальних приладів. За результатами вимірювання цих параметрів в рамках науково-технічного супроводу ІТТФ НАНУ запропоновано визначення полів термогазодинамічного та радіаційного станів НБК під час його експлуатації шляхом застосування сучасних технологій моделювання.

Метою роботи є демонстрація і аналіз виміряних значень експлуатаційних параметрів НБК, визначення їх відповідності проектним значенням та підготовка для моделювання термогазодинамічного і радіаційного станів НБК. Показати роботу складної системи вентиляції НБК і низки приладів, які забезпечують контроль цієї системи.

Результати роботи. З аналізу результатів вимірювань встановлено, що експлуатаційні параметри гідравлічного стану НБК не відповідають проектним, а решта параметрів є цілком задовільними. Також встановлено, що для моделювання термогазодинамічного та радіаційного станів такого складного та інерційного об’єкту як НБК необхідні додаткові дані: перепади абсолютних тисків біля західної стіни НБК; визначання швидкості та напрямків вітру біля зовнішніх стін НБК.

Висновок. Існуюча на даний час система моніторингу експлуатаційних параметрів НБК потребує додаткових вимірювань абсолютного тиску та перепадів тисків. Роботи по визначенню додаткових приладів вимірювання експлуатаційних параметрів термогазодинамічного та радіаційного станів НБК, їх кількості і розташуванню тривають.

ВИКОРИСТАННЯ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ЕЛЕКТРОНАГРІВОМ ЯК ДОДАТКОВОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Басок Б.І.[1,2], Гончарук С.М.[1], Давиденко Б.В.[1], Кошлак Г.В.[1], Смачелюк С.В.[2]

1 - Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна
2 - Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр.Перемоги,37, м. Київ, 03056, Україна

Мета роботи. Одним із способів вирішення проблеми фізичного дискомфорту в приміщеннях будівлі, пов'язаних з низькою теплоізоляційною здатністю вікон, є використання світлопрозорих конструкцій на основі склопакетів з електронагрівом (СЕ). З енергетичної точки зору можна зробити припущення, що застосування принципу електронагріву в склопакетах не є раціональним через суттєві тепловтрати через склопакет в довкілля. З метою з'ясування цього питання в даній роботі представлені відповідні теплофізичні моделі, що розроблені для визначення впливу застосування СЕ на тепловий режим приміщень будівлі, та наведено результати проведених експериментальних досліджень.

Результати. Суть електричного нагріву полягає в тому, що на внутрішню поверхню скла наноситься покриття, яке створюється напиленням або подачею в тонкий шар скла іонів деяких металів. Основне призначення цього покриття полягає у зниженні рівня інфрачервоного випромінювання з поверхонь скла, що сприяє зменшенню дисипативних теплових втрат із приміщення назовні. Однак таку поверхню можна також використати як нагрівальний резистивний елемент, якщо подати напругу на рівновіддалені місця поверхні скла. Внаслідок протіканню струму й створюється ефект нагрівання. В результаті проведених досліджень процесів перенесення теплоти через енергозберігаючий двокамерний СЕ проаналізовано розподіли теплових потоків та температур на його зовнішній і внутрішній поверхнях. Встановлено, що 83-85% виділеної за рахунок електронагріву теплоти передається в приміщення, а 15-17% - у зовнішній простір. Це свідчить про доцільність застосування СЕ в системах обігріву.

Висновки. Використання вікон з електронагрівом дає можливість збільшити радіаційну складову теплового потоку від світлопрозорої конструкції всередину приміщення і таким чином покращити тепловий комфорт в приміщенні з таким вікном. Вмонтований терморегулятор в СЕ дозволяє задавати необхідну температуру відповідно до потреб користувачів. Застосування вікон з електронагрівом перешкоджає утворенню конденсату чи інію на поверхні такої віконної конструкції, а також дозволяє використовувати її як додаткову систему опалення приміщень будівлі.

ЕКОЛОГІЧНЕ (ЗЕЛЕНЕ) БУДІВНИЦТВО

Басок Б.І., Бєляєва Т.Г., Хибина Марина Анатоліївна

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Булаховського, 2, м. Київ, 03164, Україна,
тел.: (044)424-96-47, e-mail: tatgbel@ukr.net

Розвиток технологій екологічного (зеленого) будівництва обумовлено зростаючим рівнем забруднення навколишнього середовища в усьому світі, глобальним потеплінням та необхідністю в найбільш економічному використанні енергетичних ресурсів. У зв'язку з швидкими темпами росту урбанізації у світі виникають серйозні екологічні проблеми, пов’язані з забрудненням повітря, води, глобальним потеплінням, видаленням відходів та інші, які мають несприятливі наслідки для здоров'я людини. Великі населені пункти вносять суттєві зміни до існуючого вітрового режиму, що, за певних умов, призводить до небажаних вихрових потоків. Транспорт суттєво впливає на стан довкілля. [1]. Сучасні тенденції містобудування, такі як ущільнення забудови та висотне будівництво, витісняють міські зелені зони. Все більшого значення в різних країнах набуває ідея екологічного (зеленого) будівництва. Частка «зелених» будівель в загальній кількості новобудов у США і державах Євросоюзу досягає 20%, а кількість сертифікованих будинків у розвинених країнах постійно зростає [2].

Зелена будівля визначається як високоефективна будівля із зменшеним негативним впливом на навколишнє середовище та здоров'я людини. Агенція з охорони навколишнього середовища США визначає: «Зелене будівництво - це процес створення структур та використання форм, які є природно надійними та ефективними протягом усього життєвого циклу будівлі від планування, розробки, будівництва, реконструкції та зносу» [2].

Застосування новітніх технологій дозволяють значно знизити використання енергії на всіх етапах життєвого циклу будівлі, мінімізувати вплив на довкілля, має соціальні та економічні вигоди [3].

Екологічні технології включають:

- застосування природних, нетоксичних та стійких матеріалів в будівництві (дерева, скла, глини, соломи і т. ін.);
- якісний теплозахист, який досягається за рахунок використання природних матеріалів;
- інтеграція в дизайн будівлі відновлюваних і низьковуглецевих технологій для забезпечення енергетичних потреб будівель;
- зменшення споживання водних ресурсів із зовнішніх джерел за рахунок установки систем збору талої та дощової води, а також сучасних систем очищення питної води;
- мінімізація відходів, їх переробка та максимальне використання;
- забезпечення комфортних умов проживання;
- збереження та охорона навколишнього середовища шляхом відновлення та забудови забруднених земель або створення нових зелених наса-

джень.

Особливістю деяких екологічних будівель є організація зелених просторів екологічного та психологічного комфорту в рамках щільної міської забудови [1]:

– вертикальне озеленення фасадів, дахів будівель та споруд.
– мобільні системи озеленення - це переносні зелені конструкції, що дозволяють в короткий термін змінювати і робити різноманітним, оновленим та свіжим міське середовище;
– багаторівневі парки - це озеленені простори з двома або більше рівнями;
– зелений інтер'єр - це використання озеленення всередині приміщень у вигляді зимового саду, а також модульних елементів - таких як «зелена стіна».

Головним інструментом втілення принципів зеленого будівництва є системи «зеленої сертифікації» [4], що використовують широкий спектр різних критеріїв, які оцінюють споруди за різними параметрами (розташування земельної ділянки, технології, що застосовуються при проектуванні і будівництві, використання відновлюваних джерел енергії, технологію демонтажу та інше). Існує кілька незалежних систем сертифікації в зеленому будівництві, найбільш поширеними є наступні: BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method, Великобританія) «Метод оцінки впливу на навколишнє середовище дослідницького центру в будівництві». З 1990 р., сертифіковано близько 558 тис. будинків у 50 країнах. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, США), «Лідерство в енергетиці та екологічному дизайні». З 2000 р., сертифіковано близько 90 тис. будинків. DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Німеччина). З 2009 р. сертифіковано близько 1100 будівель.

Література

[1]. Задворянская Т.И., Антонова В.В., Посадский Я.В. Зеленая архитектура как ресурс для формирования компенсирующей природы города. Архитектурные исследования. Научный журнал. 2017. №3. С.44-50.

[2]. Солодихин Г. М., Солодихина М. В. Перспективы зеленого строительства. Науково-технічний збірник "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві". 2012. No 1 (12) С.142-144.

[3]. Akshey B, Swati B, Disha B (2018) Green Buildings - A Step towards Environmental Protection. J Waste Recycl Vol.3 No.1:7

[4]. Фаренюк, Г. Зелені інновації – реалії та перспективи. Зелене будівництво в Україні. http://ns-plus.com.ua/2017/08/05/zeleni-innovatsiyi-realiyi-taperspektyvy-zelene-budivnytstvo-v-ukrayini/

ЕФЕКТИВНІ БУДІВЛІ БІЛЛА ГЕЙТСА

Басок Б.І., Бєляєва Т.Г., Хибина Марина Анатоліївна

Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Булаховського, 2, м. Київ, 03164, Україна,
тел.:(044)424-96-47, e-mail: mkhibina@ukr.net

Ефективний «інтелектуальний» будинок Xanadu 2.0, побудований в США для Білла Гейтса, керівника корпорації Microsoft на сьогодні є найвідомішим і найдорожчим в світі [1]. У 1997 році будівництво було завершене, витрачено приблизно 55 мільйонів доларів. Площа будинку - 3700 м^2. Системи автоматичного управління кліматом, освітленням, телефонами і безліччю іншими електронними пристроями доведені до логічної досконалості (але в будь-який момент можна повернутися до традиційного «ручного» управління). Будинок будувався 7 років. Для будівництва був зібраний колектив з 35 дизайнерів, 326 обробників, 104 електриків. Крім того, в компанії Білла Гейтса спеціально створили відділ програмістів та інженерів-проєктувальників «розумних» будинків. Будинок добре вписався в природний ландшафт на березі Вашингтонського озера. Велика увага приділена безпеці. Широко використовуються мітки RFID (Radio Frequency Identification, радіочастотна ідентифікація). Встановлені по всьому будинку зчитувачі RFID безпомилково дають інформацію для центрального комп'ютера «розумного» будинку. Особливу увагу приділено системі вентиляції та очищення повітря від пилу та бактерій. Нагріте повітря не просто викидається в атмосферу, а проходить через теплообмінник і віддає теплоту свіжому повітрю, яке за розкладом подається в приміщення. За роботою всіх служб «розумного» будинку цілодобово спостерігає інженер. Вся територія розумного будинку покрита точками доступу Wi-Fi. Через них в домашню мережу включаються телефони, системи зв'язку, охорони, роботи-пилососи, а також людиноподібні роботи. Якщо цей будинок продати сьогодні, ціна його сягне понад 145 мільйонів доларів [2].

Штаб-квартира фонду Білла та Мелінди Гейтс (найбільша благодійна організація у світі) – «інтелектуальна будівля» в центрі Сієтла [3]. Це дві шестиповерхові будівлі, в яких можуть розмістися 2 500 співробітників. Упорядкована площа перед центральним входом призначена для роботи на відкритому повітрі. Комплекс площею 83 тис. м^2 отримав оцінку «Платиновий» із сертифікації LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, один з найбільш поширених видів добровільної сертифікації зеленого будівництва у США). При розробці проекту штаб-квартири фонду концептуальними вимогами замовника стали:

- рівень мікроклімату, акустичного та візуального комфорту має бути максимальним для перебування людей;
- збереження екосистеми ділянки будівництва;
- екологічна стійкість будівель у довгостроковій перспективі.

Штаб-квартира фонду є багатофункціональним адміністративно-

діловим центром з офісами відкритого планування, кабінетами, переговорними кімнатами, атріумом, зоною громадського харчування та фітнес-клубом. На кожному поверсі передбачена зона для відпочинку та неформального спілкування. Офіси відкритого планування розраховані на 20–25 робочих місць. Вторинне використання матеріалів: 96% будівельного сміття було відсортовано на об'єкті та відправлено на вторинну переробку; п'ята частина офісу побудована із застосуванням конструкцій із перероблених матеріалів або вироблених у радіусі 800 м від майданчика будівництва. Стратегія зниження вуглецевих викидів [3]:

- витісняюча вентиляція, високоефективні чилери та котельня;
- сховище теплової енергії;
- сонячний колектор;
- природна вентиляція в атріумі.

Енергетичні характеристики будівлі:

- річне питоме споживання енергії – 203 кВт·годин/м^2;
- природний газ (споживання) – 63 кВт·годин/м^2;
- електроенергія (від зовнішніх мереж) – 140 кВт·годин/м^2;
- річне споживання первинної енергії – 532 кВт·годин/м^2.

Література

[1]. «Smart House» Білла Гейтса http://dss-bi.com.ua/sitelab1/smart-house- -білла-гейтса/

[2]. 9 Facts About Bill Gates' House You Probably Didn't Know About It. https://www.arch2o.com/tour-inside-bill-gates-house/

[3]. Альспач П., Моленберн Э. М. Неувядающий оптимизм. Штаб-квартира фонда Билла и Мелинды Гейтс. // *Здания высоких технологий*. Электронный журнал, 2014. С. 26-38. http://zvt.abok.ru/articles/143/Neuvyadayuchshii_optimizm_Shtab_kvartira_fonda_Billa_i_Melindi_Geits

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЧЕРЕЗ СТІНОВІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Басок Б.І., Гончарук С.М., Мороз Марина Вікторівна

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ
тел. +38(097)770-86-87,e-mail: morozmarina234@gmail.com

Огляд літератури показує, що теплопередача через огороджувальні конструкції є актуальною темою в будівельній галузі, і дослідження в цьому напрямку продовжуються для забезпечення сталого та ефективного функціонування будівельного сектору. Використання експериментальних та теоретичних досліджень дозволяє отримати комплексну інформацію про теплові властивості огороджувальних конструкцій та їх вплив на енергоефективність будівель.

Метою роботи є аналіз результатів експериментальних досліджень теплопередачі через теплоізолюючі стінові огороджувальні конструкції

будівлі корпусу №1 по вул. Булаховського, 2 в реальних кліматичних умовах тривалої експлуатації.

Результати. Для визначення теплотехнічних характеристик кожного з варіантів термореноваційних заходів застосовується система вимірювання температури та густини теплового потоку на різних ділянках поверхонь огороджувальних конструкцій шляхом встановлення перетворювачів теплових потоків з вмонтованими платиновими та мідними термометрами опору. Для запобігання впливу сонячного випромінювання для розрахунків використовуються експериментальні дані, що отримані в нічний час.

Отриманий масив експериментальних даних дозволяє провести порівняльний аналіз температури повітря в середині приміщень та відслідкувати залежність від часу температурних характеристик приміщення та стінової конструкції при різних утеплювачах. Також, було проведено порівняльний аналіз фактичних коефіцієнтів теплопровідності, що були розраховані за даними останніх 6 років.

Висновки. З результатів експериментальних досліджень випливає, що додатковий шар утеплювача на зовнішній поверхні опорний стінової конструкції сприяє як підвищенню температури цієї поверхні, так і зменшенню діапазону її зміни коливань при суттєвій зміні температури навколишнього середовища. При тривалій експлуатації, теплоізоляційні матеріали постійно піддаються сезонним температурним циклічним впливам, та перебувають в деякому зволоженому стані, що призводить до погіршення теплофізичних характеристик матеріалів.

Також, приведені результати показують, що коефіцієнт теплопровідності зростає впродовж експлуатації та в подальшому повинен бути врахованим під час виконання інженерних розрахунків.

ВПЛИВ ВИСОТНОСТІ, ОРІЄНТАЦІЇ, ФОРМИ БУДІВЛІ ТА ЗОВНІШНІХ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОВІДДАЧІ З ЗОВНІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Басок Б.І., Новіков В.Г., Гончарук С.М., Данішевський Андрій Сергійович

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна

Коефіцієнти тепловіддачі з поверхонь огороджувальних конструкцій (ОК) будівель є важливим параметром для розрахункового аналізу теплових втрат будівлі в цілому. На згадані коефіцієнти впливають різні фактори, включаючи висотність будівлі, її орієнтацію, форму та зовнішні кліматичні умови. Достовірні значення коефіцієнтів тепловіддачі ОК мають велике значення в сучасних будівельних технологіях та енергоефективному будівництві.

Значний вплив на тепловіддачу будівлі відіграє її висотність. В даній

роботі у тривимірній постановці проведено чисельне дослідження тепловіддачі із зовнішніх поверхонь споруд у вітровому потоці. Численні моделі споруд мають однакову площу тепловіддачі, але різні висоти та довжини. Отримані результати такого теплофізичного моделювання дозволили встановити деякі особливості конвективної тепловіддачі з ОК будівлі в залежності від її висоти. Зокрема, показано, що графік середніх по поверхні значень густини теплового потоку має локальний мінімум та із зростанням висоти будівлі повільно збільшується. Результати проведеного чисельного моделювання показують, що геометрія будівель та їх архітектурні особливості суттєво впливають на конвективну тепловіддачу споруд у навколишнє середовище, що змінює тепловий баланс будівель у цілому.

Крім того, орієнтація будівлі відносно сторін світу також має важливий вплив на її тепловіддачу. Зовнішні ОК будівлі, що орієнтовані на південь, можуть служити додатковим акумулятором сонячної енергії в зимовий період, що дозволить знизити загальні витрати теплоти на обігрів будівлі. Тоді як ОК, що орієнтовані на північ, потребують додаткової теплової ізоляції.

Також на характерні особливості розподілу локальних коефіцієнтів тепловіддачі з поверхонь будівлі значною мірою впливають зовнішні кліматичні фактори, такі як швидкість й напрямок вітрового потоку та температура зовнішнього повітря. З попередньо проведеного відповідного теплофізичного моделювання встановлено, що найбільших значень локальні коефіцієнти тепловіддачі (понад 100 Вт/(м^2·К)) набувають в зоні стику торцевих поверхонь будівлі з її бічними поверхнями та дахом (зони відриву потоку від кромок будівлі), ділянки яких потребують першочергової термомодернізації.

Наукове видання

ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Тези XIII Міжнародної онлайн-конференції

(7–8 листопада 2023 р.)

Авторське редагування

Відповідальний за випуск – О. І. Симоненко

Комп'ютерна верстка – В. В. Козлова

Підписано до друку 23.10.2023. Формат 60x84/16.
Папір офсет. Гарнітура Times. Друк офсет.
Ум. друк. арк. 7.94.
Наклад 50 прим. Зам. 23.10.2023.

Видавець і виготовлювач: ФОП «Симоненко О. І.».
Адреса: м. Київ, вул. Марії Капніст, 2а, корп. 6.
Тел. моб.: +38 067 172-86-37, e-mail: alexbt@ukr.net
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №6574 від 17.01.2019.