

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

за матеріалами  
XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
онлайн-конференції  
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса  
Видавець Бондаренко М. О.  
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Одеської національної академії харчових технологій,  
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

*Тітлов О. С.*, завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації  
відповідає автор публікації*

**Збірник** наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія  
харчових технологій, 2020

**Секція 1:**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕНЕРГЕТИКИ»**

використання стисненого повітря.

Також з метою більш ефективного використання плоскоструменевих форсунок при охолодженні прокатного валка перед шліфуванням і при його нагріванні перед завалкою в кліть стану досліджувалося формування зон зрошення й характеристики розподілу питомої витрати крапельної рідини, яка подається на поверхню, при взаємному перетині крапельних потоків, що продукуються двома плоскофакельними форсунками, які встановлені поруч під кутом одна до одної. Встановлено, що в цьому випадку площа зони зрошення поверхні збільшується в 4 рази, а густина зрошення знижується в 2 рази. Цей варіант може бути використаний у разі, коли немає необхідності у великій локальній густині зрошення, а потрібно розподілити крапельну рідину зрошувальною поверхнею, забезпечуючи при цьому максимальну зону зрошення від кожної форсунки.

Аналогічна задача вирішувалася при використанні кінетичної енергії півки води й крапель після виходу їх з плоскоструменевої форсунки для додаткового дроблення при проходженні через металеву сітку. Як виявилось, при цьому зона зрошення при роботі однієї форсунки збільшується в 3 рази, а густина зрошення поверхні знижується в 2 рази. Однак остаточне рішення про можливість використання сіток для додаткового дроблення факела розпилу має прийматися лише за результатами випробування конкретної установки з урахуванням можливого проявлення ряду процесів, що взаємокомпенсуються.

Розглянуті в роботі варіанти управління структурою крапельного потоку при використанні плоскоструменевих форсунок сприяють підвищенню якості злитків, зниженню витрати води, зменшенню числа форсунок і спрощують їх розміщення на колекторах.

#### Інформаційні джерела

1. Переселков А. Р. Теплообмен при охлаждении высокотемпературной поверхности диспергированной водой Вестник НТУ «ХПИ». Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. №3. С. 168–170.

2. Носаченко О. В., Емельянов В. В., Акмен Р. Г., Кубрик Б. И., Переселков А. Р. Исследование теплового состояния непрерывного слитка с учетом локальных условий теплообмена в зоне вторичного охлаждения. Металлургическая и горнорудная промышленность, 1984. №3. С. 20–22.

3. Тарасенко Н. А., Переселков А. Р., Тарасенко А. Н. Численное исследование профиля прокатного валка в камере тепловой подготовки. Интеграція технології та енергозбереження, 2018. №2. С. 61–65.

4. Переселков А. Р. Теплообмен при импульсной подаче диспергированной воды на высокотемпературную поверхность. Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків: НТУ «ХПИ», 2011. №5. С. 118–120.

УДК 62-661

### ВПЛИВ ФОРМИ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА НА ЧАС ЗАТРИМКИ ЙОГО ЗАПАЛЮВАННЯ

Степовик М.С. студент гр. 4 ЕТТ- 32, Буличов В.В. к.т.н., доц., Коломієць О.В. к.т.н. ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Одним з найважливіших, але найменш вивчених, при моделюванні горіння частинки водо вугільного палива (ВВП) залишається фактор впливу її форми на умови і характеристики запалювання. Експериментально встановлено, що при формуванні водовугільній суспензії утворюються частинки різної геометричної форми. Як правило, всі вони представляють собою насичені вологою неправильні багатогранники, число і розмір граней яких змінюється випадковим чином. Можна припустити, що деформація частки при подрібненні вугілля і зрив

внаслідок впливу аеродинамічних сил водяної плівки з її поверхні призводять до різних конфігурацій ВВП. Є підстави для припущення, що форма частинки може впливати на динаміку запалення палива.

В реальних умовах паливопідготовки технічно складно сформувати одну конфігурацію частинок ВВП і організація певного режиму горіння можлива тільки в рамках уявлень про конкретну форму частинки ВВП.

Метою роботи було за допомогою математичної моделі описаної в [1] визначити вплив форми ВВП на час затримки його запалювання. Найбільш характерними варіантами геометрії частинок є сфера та куб. Їх використано при моделюванні задач запалювання палива в даній роботі.

В результаті чисельного моделювання встановлено час затримки запалювання для частинок двох конфігурацій залежно від температури навколишнього середовища при різних характерних розмірах  $\delta$  (рис. 1).

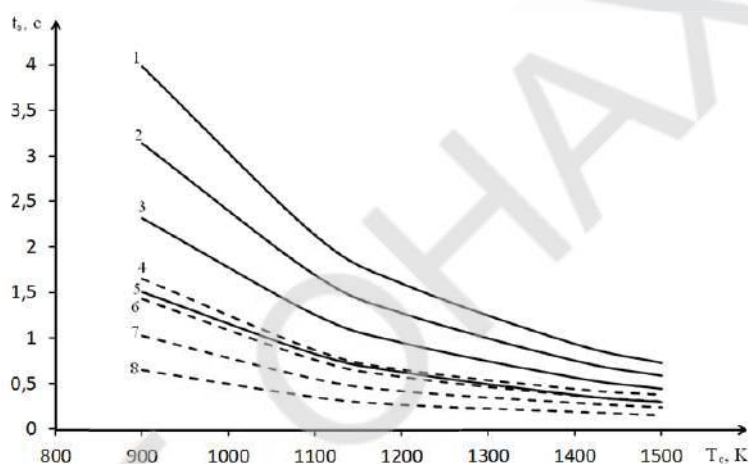


Рис. 1 – Залежність часу затримки запалювання від температури навколишнього середовища для частинок розміром  $\delta$ : 1- $\delta=1 \cdot 10^{-3}$  м; 2- $\delta=0.8 \cdot 10^{-3}$  м; 3-  $\delta=0.6 \cdot 10^{-3}$  м; 5-  $\delta=0.4 \cdot 10^{-3}$  м; – кубічна частинка частица. 4- $\delta=1 \cdot 10^{-3}$  м; 6- $\delta=0.8 \cdot 10^{-3}$  м; 7-  $\delta=0.6 \cdot 10^{-3}$  м; 8-  $\delta=0.4 \cdot 10^{-3}$  м; – сферична частинка.

Помітно збільшення часу затримки запалення з ростом характерного розміру частки. Можна відзначити значну відмінність в часі затримки займання для однакових за характерними розмірами частинок сферичної і кубічної форми. Так кубічна частка розміром  $L = 4 \cdot 10^{-3}$  м, в середовищі з температурою  $T_c = 900$  К, запалюється майже в 2,5 рази повільніше, ніж така ж сама за розмірами сферична часточка. Отримані залежності можна пояснити більш високою здатністю сфери акумулювати теплову енергію. Відповідно зростання температури поверхні сферичної частинки відбувається значно швидше, ніж кубічної.

На рисунку 2 представлені залежності температури поверхні частинки ВВП від часу процесу займання. Для кожної з частинок характерною є зміна кута нахилу кривої в точці  $(T_n; t_n)$ , яка характеризує момент часу завершення процесу видалення вологи. Так як теплопровідність «сухого» пористого вуглецевого каркасу істотно нижче, ніж вихідного ВВП, то зростання температури до критичної позначки відбувається значно швидше.

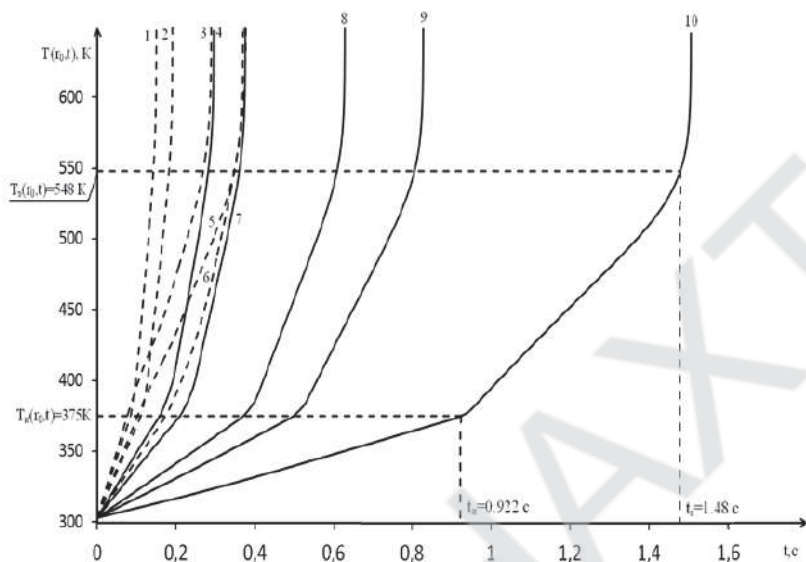


Рис. 2 – Залежність температури поверхні частинки  $T(r_0; t)$  від часу процесу запалювання  $t_0$  для частинок різних конфігурацій з характерним розміром  $\delta=0.4 \cdot 10^{-3}$  м, 1- $T_c=1500$ К; 2- $T_c=1400$ К; 3- $T_c=1200$ К; 5- $T_c=1100$ К; 6- $T_c=900$ К; – сферическая частинка. 4- $T_c=1500$ К; 7- $T_c=1400$ К; 8- $T_c=1200$ К; 9- $T_c=1100$ К; 10- $T_c=900$ К; – кубична частинка.

З метою визначення граничних випадків займання палива також було виконано порівняння часів затримки запалювання частинок ВУТ в середовищі з  $T_c = 900$ К різних конфігурацій в рамках трьох варіантів температурою уявлень про співвідношень геометричних розмірів в системі «сфера-куб». На рисунку 3 представлено таке порівняння. Очевидно, що в будь-якій конфігурації кубична частка запалюється значно повільніше, ніж сферична.

Встановлені закономірності добре ілюструють те, що форма частинки грає одну з визначальних ролей у реалізації займання ВВП. При аналізі умов і характеристик запалювання ВВП, враховуючи реальне різноманіття можливих форм частинок палива, доцільно оцінку часу затримки запалювання проводити з використанням двох моделей часточки у формі куба і сфери. У цьому випадку одна оцінка буде верхньою межею, інша нижньою. Для переважної більшості можливих інших конфігурацій значення  $t_0$ , швидше за все, будуть в діапазоні обмеженому значеннями для куба і сфери. У міру зростання розмірів частинок цей діапазон буде збільшуватися.

#### Інформаційні джерела

1. Глінін М.К. Дослідження процесу тепломасопереносу при запалюванні частинки водовугільного палива за допомогою математичного моделювання / Глінін М. К., Коломієць О.В., Буличов В.В.//Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку – КМХТ-2019: Зб. наук. статей Сьомої міжнар. наук.-практ. конф. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 – С. 77 – 83.

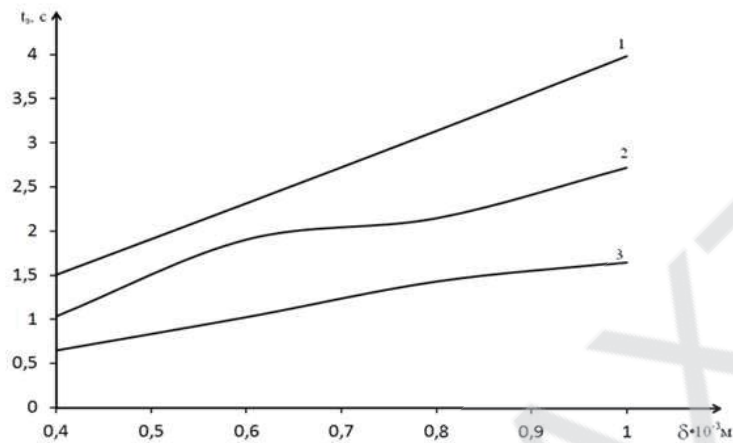


Рис. 3 – Залежність часу затримки запалювання частинок ВВП (у різних конфігураціях) від характерного розміру, при температурі зовнішнього середовища. 1-часточка в вигляді куба, що описує сферу; 2-часточка в вигляді, вписаного в сферу, куба; 3-часточка в вигляді сфери

УДК 633.15:631.36

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛАГО- И ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПЛОТНОМ СЛОЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ

Альтман Э.И., к.т.н., доцент, Георгиев Е.В., к.т.н., ст. преподаватель,  
Мукминов И.И., аспирант  
Одесская национальная академия пищевых технологий

Исследование коэффициентов переноса влаги и теплоты в различных материалах является одним из этапов системного подхода к изучению процессов сушки. Сведения об этих коэффициентах, характеризующих материал как объект сушки, необходимы при расчетах распределений влагосодержаний и температур в теле по аналитическим зависимостям, потоков влаги и теплоты, переносимых с помощью различных механизмов, при обобщении данных по кинетике сушки. Для определения указанных характеристик разработаны как расчетные, так и экспериментальные методы. Влажный дисперсный материал является гетерогенной многокомпонентной системой, содержащей твердый компонент (частицы), влагу в различных состояниях, газ (воздух). При расчетных и экспериментальных исследованиях определяют эффективные коэффициенты переноса, характеризующие слой влажного материала как квазигомогенную среду. Такие коэффициенты зависят не только от свойств материала, влагосодержания, температуры, но и от структурных характеристик слоя, его порозности.

А.В. Лыков на основе модели капиллярно-пористого тела, как системы цилиндрических каналов, связанных между собой, получил теоретические зависимости для коэффициентов капиллярного переноса жидкой и парообразной влаги в изотермических и неизотермических условиях [1]. Аналитические формулы для коэффициентов массопроводности и диффузии влаги, изотермической массоемкости для модельного тела, состоящего из сферических частиц, приведены в [2]. В [3] для разных вариантов структур

<b>ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ МИКРОКАНАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ОТВЕРСТИЯМИ ЖАЛЮЗИЙНОГО ТИПА</b>	
<i>Новицкая М.П.</i> .....	32
<b>ЩОДО СПОСОБІВ ЗМІНИ СТРУКТУРИ КРАПЕЛЬНОГО ПОТОКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПЛОСКОФАКЕЛЬНИХ СТРУМЕНЕВИХ ФОРСУНОК</b>	
<i>Пересьолков О.Р., Круглякова О.В.</i> .....	36
<b>ВПЛИВ ФОРМИ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА НА ЧАС ЗАТРИМКИ ЙОГО ЗАПАЛЮВАННЯ</b>	
<i>Степовик М.С., Буличов В.В., Коломісць О.В.</i> .....	38
<b>КОЭФИЦИЕНТЫ ВЛАГО- И ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПЛОТНОМ СЛОЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ</b>	
<i>Альтман Э.И., Георгиеви Е.В.</i> .....	41
<b>A SOIL REGENERATOR WITH A GRANULAR NOZZLE FOR GREENHOUSES</b>	
<i>I. Boshkova, I. Mukminov.</i> .....	44
<b>THE DRYING OF GRAIN MATERIALS USING A MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD</b>	
<i>Volgusheva N.V., Diachenko T.V.</i> .....	46
<b>A MICROWAVE DEVICE FOR THE TREATMENT OF PLANT MATERIALS</b>	
<i>Volgusheva N.V., Potapov M.D.</i> .....	49
<b>STUDYING THE HEAT EXCHANGE OF A DENSE LAYER OF GRANULAR MATERIAL WITH THE AIRFLOW</b>	
<i>Solodka A.V., Bondarenko O.</i> .....	51
<b>ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТИПУ «ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ» ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ (М. ОДЕСА)</b>	
<i>Квасницький В.А., Зубкова З.С., Хлісва О.Я.</i> .....	53
<b>ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОГІДРИДНИХ АКУМУЛЯТОРІВУ СКЛАДІ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ ПАЛИВНИХ КОМІРОК</b>	
<i>Чорна Н.А.</i> .....	55
<b>КОАКСІАЛЬНІ ТЕПЛОВІ ТРУБИ, ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>	
<i>Шаповал А.А., Панов Є.М., Шаповал І.В.</i> .....	57
<b>СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕННЯ «ТЭЦ-ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА»</b>	
<i>Шум М.Л.</i> .....	60

Наукове видання

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

за матеріалами  
XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
онлайн-конференції

### **«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року

*(українською, російською, англійською мовами)*

Підписано до друку 6.10.2020  
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.  
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»  
ФОП Бондаренко М.О.  
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60  
тел.: +38 048 700 11 55  
[www.aprel.od.ua](http://www.aprel.od.ua)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.