

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»**

1. В последние десятилетия активно проводятся исследования микроканальных теплообменников.
2. На теплофизическую картину течения влияют большое количество параметров такие как температура и скорость воздуха, материал из которого изготовлен теплообменник, температура, расход теплоносителя внутри микроканалов и т.д.
3. Представленная теплофизическая модель позволяет определить коэффициенты теплоотдачи для пластин с отверстиями жалюзийного типа различных геометрических параметров.

Информационные источники

1. N.C. DeJong, A.M. Jacobi. (2003). Flow, heat transfer, and pressure drop in the near –wall region of louver-fin arrays. *Experimental Thermal and Fluid science* 27. 237-250. [https://doi.org/10.1016/S0894-1777\(02\)00224-8](https://doi.org/10.1016/S0894-1777(02)00224-8).
2. Kim, T., Kang, H. & Lee, J. (2016). A porosity model for flow resistance calculation of heat exchanger with louvered fins. *J Mech Sci Technol* 30. 1943 –1948. <https://doi.org/10.1007/s12206-016-0353-9>
3. Deng, Jie. (2017). Improved correlations of the thermal-hydraulic performance of large size multi-louvered fin arrays for condensers of high power electronic component cooling by numerical simulation. *Energy Conversion and Management*. 153. 504–514. <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.09.066>.
4. Abdulkерim Okbaz, Ali Pınarbaşı, Ali Bahadır Olcay, Muharrem Hilmi Aksoy, An experimental, computational and flow visualization study on the air-side thermal and hydraulic performance of louvered fin and round tube heat exchangers, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 121, 2018, Pages 153-169, ISSN 0017-9310, <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.12.127>
5. Takeo TANAKA, Masaaki ITOH, Mitsuo KUDOH, Akira TOMITA, Improvement of Compact Heat Exchangers with Inclined Louvered Fins, *Bulletin of JSME*, 1984, Volume 27, Issue 224, Pages 219-226, Released February 15, 2008, Online ISSN 1881-1426, Print ISSN 0021-3764, <https://doi.org/10.1299/jsme1958.27.219>
6. Marlow E Springer, Karen A Thole, Experimental design for flowfield studies of louvered fins, *Experimental Thermal and Fluid Science*, Volume 18, Issue 3, 1998, Pages 258-269, ISSN 0894-1777, [https://doi.org/10.1016/S0894-1777\(98\)10022-5](https://doi.org/10.1016/S0894-1777(98)10022-5).
7. Е. С. Малкін, А. В. Тимошенко, І. Е. Фуртат, Д. Лунковський. Математичне моделювання ізотермічної течії рідини в щільному мікроканалі, Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. - 2009. - Вип. 13. - С. 39-44.

УДК 621.771.2

ЩОДО СПОСОБІВ ЗМІНИ СТРУКТУРИ КРАПЕЛЬНОГО ПОТОКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПЛОСКОФАКЕЛЬНИХ СТРУМЕНЕВИХ ФОРСУНОК

Пересьолков О.Р., к.т.н., доцент, Круглякова О.В., к.т.н., доцент
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

На металургійних заводах в прокатному виробництві при охолодженні листа й смуги для подачі розпиленої рідини на поверхню охолодження успішно використовуються плоскофакельні струменеві форсунки. Ці форсунки при відповідному їх компонуванні з

перекриттям зон зрошення забезпечують інтенсивне охолодження рухомої поверхні прокату шляхом досить рівномірного її зрошення потоком крапель [1]. Великі розміри вихідного отвору форсунки сприяють її високій експлуатаційній надійності.

Плоскофакельні форсунки також застосовуються при робочому тепловому профілюванні бочки валка в процесі прокатки. При цьому забезпечується висока інтенсивність охолодження поверхні в зонах надходження крапельної рідини, а при відключенні деяких форсунок – розігрів поверхні.

Плоскофакельні форсунки до того ж можуть застосовуватися в зоні вторинного охолодження злитків установок безперервного розливання сталі. Однак при їх використанні в зоні інтенсивного охолодження злитка подача розпиленої води між роликками призводить до інтенсивного локального зйому тепла й значних перепадів температур [2], що, в свою чергу, сприяє тріщиноутворенню на поверхні злитка.

На перший погляд, природним вирішенням цієї проблеми могло б стати зменшення густини зрошення, що знижує інтенсивність охолодження. Але для плоскоструменевих форсунок це не вдається реалізувати, навіть якщо зменшувати їх прохідні отвори, до того ж, при цьому знижується їх експлуатаційна надійність. Таким чином, становить інтерес відпрацювання такого способу диспергування води, при якому можливе істотне зниження густини зрошення охолоджуваної поверхні і, відповідно, зменшення інтенсивності тепловийому.

Задача збільшення зони зрошення кожного сопла на зниженні локальних питомих витрат крапельної рідини на оброблювану поверхню виникає при охолодженні прокатного валка перед шліфуванням, а також при нагріванні валка гарячою водою з метою теплового профілювання його бочки перед завалкою в прокатний стан. Тут має бути створена необхідна інтенсивність теплообміну, яка, в даному випадку, може бути забезпечена малою густиною зрошення.

Як показали дослідження [3], при розрахунку зміни температури в тілі бочки валка в зв'язаній задачі теплообміну визначальним фактором є теплопровідність матеріалу, а не значення коефіцієнта тепловіддачі α на його поверхні. Так, при значеннях $\alpha > 2 \text{ кВт/(м}^2\text{К)}$, що відповідає густині зрошення до 2 мм/с, збільшення інтенсивності тепловіддачі за рахунок підвищення питомої витрати рідини не є доцільним. Надлишок води, що надходить на поверхню, є баластовим, тому що не сприяє швидкості охолодження або прогріванню бочки валка. Однак з метою економії води як і раніше актуальним завданням залишається організація рівномірного зрошення поверхні валка з мінімально необхідної густиною зрошення крапельної рідиною.

Стосовно до розглянутих умов подачі розпиленої води на зрошувану поверхню становить інтерес експериментальне дослідження деяких конструктивних і режимних варіантів використання плоскофакельних форсунок. При цьому необхідно забезпечити їх експлуатаційну надійність, велику площу зони зрошення при невеликій питомій витраті крапельної рідини, зменшення витрати води й, тим самим, зменшення числа форсунок, що, в свою чергу, спрощує їх розміщення на колекторах.

Було розглянуто три варіанти управління структурою крапельного потоку, який продукується плоскофакельною форсункою.

Стосовно до охолодження злитка між роликками в установках безперервного розливання сталі й для інших цілей експериментально досліджувалося водо-повітряне диспергування води при внутрішньому сумішоутворенні в плоскофакельній форсунці. При цьому виявлено, що можливо досягнути десятикратного зменшення витрати води на форсунку й густини зрошення, що знижує інтенсивність охолодження злитка й знижує ймовірність зародження тріщин на поверхні злитка. Раніш було встановлено, що при малих витратах стисненого повітря має місце пульсуюча подача крапельного потоку на охолоджувальну поверхню, що, в свою чергу, також сприяє зниженню інтенсивності тепловийому [4].

При використанні водо-повітряного диспергування води необхідно також враховувати як додаткове ускладнення конструкції системи охолодження, так й експлуатаційні витрати на

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

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

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