

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»**

УДК 621.039.534.25: 539.319

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕПЛООБМІННИКА АВАРІЙНОГО РОЗХОЛОДЖУВАННЯ

О.В. Корольов¹, д-р техн. наук, проф., Т. В. Пирогов²

¹Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна

²ДП «Державний науково-інженерний центр систем контролю та аварійного реагування», м. Київ, Україна

Результати аналізу технічної та заводської документації теплообмінника аварійного розхолодження (ТОАР) [1], аналізу виконаних раніше робіт з оцінки технічного стану для даного типу теплообмінників, працюючих на енергоблоках діючих АЕС України, та нові вимоги чинних нормативних документів в атомній енергетиці вказують на необхідність додаткового аналізу міцності елементів теплообмінника, з врахуванням впливу від температурних та гідравлічних навантажень під час протікання аварійних ситуацій реакторної установки ВВЕР-1000.

В той же час, визначення термонапруженого стану теплообмінника ТОАР за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ) є нетривіальним завданням. Дане твердження викликано тим, що теплообмінник ТОАР містить велику кількість теплообмінних трубок, та інших конструкційних елементів. Це призводить до того, що для побудови розрахункової моделі необхідно застосовувати велику кількість скінченних елементів. Складності при виконанні даних розрахунків можуть виникати при використанні електронних обчислювальних машин з граничними можливостями. Такі розрахунки можуть зайняти досить тривалий час, або взагалі не виконатись.

Для вирішення цієї проблеми авторами пропонується визначити термонапружений стан теплообмінника не в цілому, а лише його окремих елементів, що становлять найбільший інтерес з точки зору аналізу його міцності. Це дозволить скоротити час та розрядність виконання чисельних розрахунків. Для виконання оцінки міцності окремих елементів теплообмінника ТОАР, з метою визначення його термонапруженого стану, пропонується використовувати комбінацію аналітичних та чисельних методів виконання теплових розрахунків. Так, у результаті виконання аналітичних розрахунків визначається середнє значення температури середовищ по перерізу теплообмінника, в заданих точках його довжини. В подальшому результати, отримані аналітичним шляхом слугують як граничні умови для виконання чисельних розрахунків методом МСЕ.

Виходячи з формули різниці температур [2], що змінюються по довжині теплообмінника:

$$\Delta t = \Delta t_0 e^{-mkF} \quad (1)$$

де, $\Delta t = t_2 - t_1$ – різниця температур середовищ трубного та міжтрубного простору теплообмінника в одній точці його довжини, °С; $\Delta t_0 = t_2'' - t_1'$ – різниця температур на кінці теплообмінника °С, де t_1' – початкова температура рідини, що нагрівається, t_2'' – кінцева температура рідини, що віддає тепло; k – коефіцієнт теплопередачі; F – площа поверхні теплообміну, м²; $m = \frac{1}{G_1 c_1} - \frac{1}{G_2 c_2}$, сек·град/дж – константа, де G_1, G_2 – масовий об'єм рідин, кг/сек, c_1, c_2 – питомі теплоємності рідин, дж/(кг·град). Ми можемо визначити середнє

значення температури середовищ по перерізу теплообмінника, в заданих точках його довжини:

$$t_1 = t_1' + \frac{G_2 c_2}{G_1 c_1} (t_2 - t_2''), \quad (2)$$

$$t_2 = \frac{t_1' - \frac{G_2 c_2}{G_1 c_1} t_2'' + (t_2' - t_1') e^{-mkF}}{1 - \frac{G_2 c_2}{G_1 c_1}}, \quad (3)$$

де, t_1 – температура охолоджуючого середовища, у заданій точці довжини теплообмінника, °С; t_2 – температура теплоносія, у заданій точці довжини теплообмінника, °С

Як сказано раніше, отримані за допомогою формул (2) та (3) значення температури середовища трубного та міжтрубного простору теплообмінника використовуються для подальших чисельних розрахунків, виконаних за допомогою методу МСЕ. В результаті проведених теплових розрахунків ми можемо отримати дані по тепловим навантаженням в окремих елементах теплообмінника та визначити температурний розподіл по товщині стінок його елементів.

За допомогою вищезазначеної комбінації аналітичних та чисельних методів виконання теплових розрахунків визначено термонапружений стан окремих елементів теплообмінника ТОАР, які представляють найбільший інтерес з точки зору його міцності та на основі результатів проведених розрахунків зроблено висновки щодо його безпечної експлуатації під час протікання аварійних ситуацій.

Інформаційні джерела

1. Пирогов Т. В., Інюшев В. В., Куров В. О., Колядюк А. С. Аналіз проектних розрахунків на міцність теплообмінника аварійного розхолодження на відповідність вимогам діючих нормативних документів в атомній енергетиці. *Ядерна енергетика та довкілля*. 2020. № 2 (17). С. 30–38.
2. Флореа О., Смигельский О. Расчеты по процессам и аппаратам химической технологии. М.: Химия, 1971. — 450 с.

УДК 669.162.231

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ВИДІВ НАСАДОК РЕГЕНЕРАТИВНИХ ТЕПЛОБМІННИКІВ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ

Кошельнік О.В.^{1,2}, к.т.н., доцент, Гойсан С.Б.¹, аспірант, Долобовська О.В.¹, аспірант

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

²Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Процес формування скляних виробів є достатньо енерговитратним, оскільки приблизна кількість палива на 1 кг готової продукції складає 5000-11000 кДж. При виплавці скломаси на виході з печі температура димових газів сягає 1400-1500 °С. Тому для утилізації цієї теплоти використовуються теплообмінні апарати, що утилізують дану теплоту. Їх можна розділити на рекуперативні, а також апарати періодичної дії – регенератори. Використання теплоти вихідних газів дозволяє зменшити витрати палива, цим самим збільшити тепловий коефіцієнт корисної дії печі. При регенеративній системі повітря горіння підігрівастся до температури 1000-1200 °С.

ЗМІСТ

Секція 1 «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ»	3
ENERGY INDICATORS OF OPERATION THE HEAT PUMPING SYSTEM HEATING OF THE ENERGY EFFICIENT HOUSE <i>Basok V.I., Nedbailo O.M., Bozhko I.K., Tkachenko M.V.</i>	4
РОЛЬ ФЛУКТУАЦІЙ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ФУНКЦІЙ В РОЗРОБЦІ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕЧОВИН <i>Железний В.П., Мотовой И.В., Глек Я.О., Ханчич Е.Ю.</i>	5
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАЛИВА РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ <i>Волчок В.О., Кравченко В.В.</i>	8
ADAPTATION OF MATHEMATICAL MODEL OF MEDIUM PRESSURE BOILERS PARAMETERS TO REAL OPERATING CONDITIONS <i>Zhitarenko V., Bejan V.</i>	9
ADAPTATION OF MATHEMATICAL MODEL OF MEDIUM PRESSURE BOILERS PARAMETERS TO REAL OPERATING CONDITIONS <i>Zhitarenko V., Bejan V., Ostapenko O., Yakovleva O.</i>	14
ТЕПЛОВЫЕ ТРУБЫ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ <i>Л. Л. Васильев, А. С. Журавлёв, Л. П. Гракович, М. И. Рабецкий, В. А. Олехнович; А. А. Хартоник</i>	18
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ <i>Георгієш К.В.</i>	23
ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙ ЛОПАТОК ТУРБИНИ ПРИ ПЕРЕКЛАДІ ЇЇ НА ЧАСТКОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ <i>Корольов А.В., Михайлов М.С., Комарова-Ракова Я.О.</i>	25
АНАЛИЗ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ДВУХ ТИПОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ <i>Королев А.В., Павлышин П.Я.</i>	26
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕПЛООБМІННИКА АВАРІЙНОГО РОЗХОЛОДЖУВАННЯ <i>О.В. Корольов, Т. В. Пирогов</i>	28
ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ВИДІВ НАСАДОК РЕГЕНЕРАТИВНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ <i>Кошельник О.В., Гойсан С.Б., Долобовська О.В.</i>	29
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ КИПІННЯ РОЗЧИНІВ У СТИКАЮЧІЙ ПЛІВЦІ В КАМЕРАХ ВИПАРНИХ АПАРАТІВ <i>Кошельник О.В., Павлова В.Г., Долобовська О.В.</i>	31

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.