

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»**

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ КИПІННЯ РОЗЧИНІВ У СТІКАЮЧІЙ ПЛІВЦІ В КАМЕРАХ ВИПАРНИХ АПАРАТІВ

Кошельник О.В., к.т.н.<sup>1,2</sup>, доцент, Павлова В.Г.<sup>1</sup>, к.т.н., старший викладач,  
Долобовська О.В.<sup>1</sup>, аспірант

<sup>1</sup>Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<sup>2</sup>Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

У металургійній хімічній, фармакологічній, харчовій та інших галузях промисловості широко застосовуються процеси концентрування та випарювання. Як в Україні, так і за кордоном існують різні конструкції випарних установок, що складаються з апаратів різних типів: з природною і примусовою циркуляцією, співвісно розташованою та винесеною гріючою камерою, кипінням розчину в трубах, винесеною зоною кипіння, плівкові апарати, апарати з пластинчастою поверхнею нагріву. У кожного типу апаратів існують свої переваги і недоліки, своя область застосування.

Найбільш ефективним методом концентрування різних розчинів є їх випарювання в стікаючій плівці трубчастих або пластинчастих випарних апаратів [1, 2]. Для розширення області застосування апаратів даного типу необхідно всебічне вивчення процесів, що протікають в них, та удосконалення методики розрахунку на підставі теоретичних та експериментальних досліджень.

Незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених експлуатації випарних апаратів, в основному розглядалися процеси кипіння або у великих об'ємах, або при повному заповненні трубок розчином, який випаровується. Кипіння розчину в плівкових апаратах здійснюється в тонкій плівці, що стікає по поверхні нагрівання. Існуючі рекомендації для розрахунків в даному випадку дають завищене значення коефіцієнта тепловіддачі [3]. Тому необхідно подальше дослідження процесів плівкової течії рідини для даних апаратів.

Випарювання в разі процесу кипіння в тонкій плівці, товщина якої порівнянна з товщиною прикордонного шару (2-8 товщини) має ряд особливостей. При цьому необхідно враховувати вплив ряду факторів:

- вплив на інтенсивність теплообміну корисної різниці температур;
- складних процесів зародження парової фази в центрах пароутворення на поверхні нагрівання, які носять імовірнісний характер;
- швидкості росту бульбашок пари, а так само частоти відриву парової фази;
- руху та спливання парових бульбашок, які відірвалися від поверхні нагрівання.

Одним з факторів, що впливають на інтенсивність тепловіддачі при кипінні в плівці рідини, є швидкість спливання парової бульбашки. При цьому рухома парова фаза турбулізує плівку, руйнує прикордонний шар, збільшуючи інтенсивність теплообмінних процесів в плівці, яка стікає. Крім того, даний параметр пов'язаний з частотою і швидкістю як пароутворення на поверхні нагрівання, так і відриву парової бульбашки. На формування плівки парової бульбашки і швидкість її спливання істотний вплив мають сили поверхневого натягу в системі «пар-рідина». Величина сил поверхневого натягу впливає на: товщину плівки, а так само режим випарювання та спливання парової фази.

До того ж значна частина розчинів, які упарюються, містять компонент, який кристалізується та істотно ускладнює тепломасообмінні процеси в плівці, та веде до інтенсивного заростання поверхонь нагріву [4]. Процес утворення накипу призводить до зниження інтенсивності теплообміну і падіння продуктивності всієї установки, що обумовлює необхідність перемикання її в режим промивки або до її зупинки для очищення.

При цьому слід зазначити, що наявність твердої фази ускладнює картину теплообміну. Здійснюючи хаотичний рух в плівці рідини, тверда фаза:

- вносить додаткову турбулізацію потоку плівки рідини;
- потрапляючи в пристінковий прикордонний шар, впливає на процеси утворення, формування і спливання парових бульбашок на поверхні теплообміну;
- змінює час, необхідний для зростання і відриву парових бульбашок;
- руйнує пристінковий прикордонний шар, що позначається на інтенсивності процесу теплообміну в цілому.

Існуючі дослідження в області конструктивного рішення показують перспективність подальших розробок плівкових апаратів, що вимагає подальшого дослідження і пошуку методів, що дозволяють розширити області застосування апаратів даного типу і знизити швидкість інкрустації на поверхні теплообміну.

#### **Інформаційні джерела**

1. Исследование процессов кипения растворов в стекающей пленке трубчатых и пластинчатых греющих камер выпарных аппаратов / Фокин В.С., Нечипоренко Д.И., Павлова В.Г., Гладкий В.Н. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 2 (20). – С.80-82.

2. Данилов Ю.Б. Теоретические и экспериментальные исследования теплопередачи в аппаратах со стекающей пленкой / Ю.Б. Данилов, Л.М. Ульев // Интегровані технології та енергозбереження. – 2012. – № 3. – С. 84-96.

3. РТМ 26-01-71-75. Испарители со стекающей пленкой: Методика теплового и гидромеханического расчета. // Химическое нефтеперерабатывающее машиностроение. – 1975. – № 5. – С. 4-5.

4. Фокин В.С. Влияние твердой фазы на процессы упаривания кристаллизирующихся растворов в аппаратах со стекающей пленкой / В.С. Фокин, В.Г. Павлова // Вестник Национального технического университета «ХПИ»: сб. науч. тр. – 2003. – Вып. 9, Т.2. – С. 180-183.

**УДК 62-97**

### **ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ МИКРОКАНАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ОТВЕРСТИЯМИ ЖАЛЮЗИЙНОГО ТИПА**

**Новицкая М.П., к.т.н., с.н.с.**

**Институт технической теплофизики НАН Украины**

Микроканальным теплообменным аппаратам в настоящее время уделяется большое внимание из-за широкой области их применения, это бытовая техника, автомобильные радиаторы, кондиционирование, охлаждение электрических конвертеров и т.д. Кроме того, ввиду большой теплопередающей способности таких поверхностей на единицу массы, актуально их использование в разрабатываемых энергосберегающих устройствах. Улучшение тепловых и гидроаэродинамических показателей таких устройств будет приводить к энерго и материалосбережению.

## ЗМІСТ

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

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