

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



МАТЕРІАЛИ
XVII Всеукраїнської
науково-технічної конференції
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

26-29 вересня 2018 року, м. Одеса

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

26-29 вересня 2018 року, м. Одеса

ОДЕСА
2018

УДК 620
ББК 31+51
А 43

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, протокол № 1 від 25 вересня 2018 року.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Голова:

Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Заступники голови:

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент;

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету:

Бошкова І.Л.	Крусір Г.В.	Тітлов О.С.
Гоголь М.І.	Лук'янов М.М.	Шпирко Т.В.
Железний В.П.	Мазур В.О.	Хлієва О.Я.
Зацеркляний М.М.	Ольшевська О.В.	Цикало А.Л.
Івченко Д.О.	Сагала Т.А.	Якуб Л.М.
Кологривов М.М.	Семенюк Ю.В.	

ПЛЕНАРНА ДОПОВІДЬ

Актуальні проблеми енергетики та екології /

А 43 Матеріали XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса, Бондаренко М. О., 2018. – 196 с.
ISBN 978-617-7613-26-7

УДК 620
ББК 31+51

Відповідальний за випуск: Семенюк Ю.В., завідувач кафедри теплофізики та прикладної екології ОНАХТ
За достовірність інформації відповідає автор публікації

© Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського
© Факультет нафти, газу та екології

ISBN 978-617-7613-26-7

приросту холодо- та теплопродуктивності до значення відношення випарної та економайзерної секцій генератора $Q_{ГВ} / Q_{ГЕ} = 0,8$, тобто до 80 % високопотенціальної теплоти водяної пари можна використовувати у випарній секції генератора ЕХМ, а при використанні бустерного ТН можна досягти відношення $Q_{ГВ} / Q_{ГЕ} = 1,0$. Тоді приріст холодопродуктивності ЕХМ з бустерним ТН збільшиться на 39,9 % при тепловому коефіцієнті ЕХМ $\zeta_{ЕХМ} = 0,3$; ТН $\zeta_{ТН} = 10,0$ і тиску насиченої водяної пари $P_p = 0,7$ МПа [1].

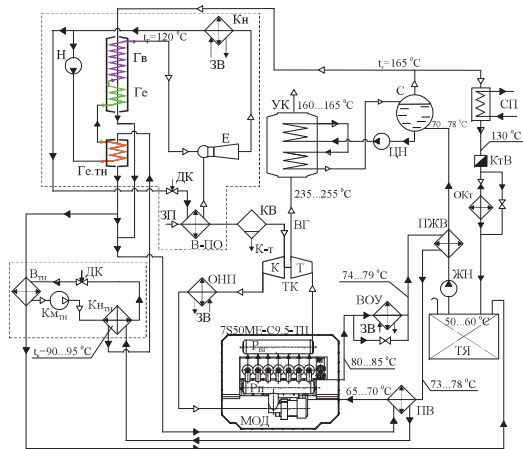


Рисунок. Схема системи утилізації теплоти відхідних газів МОД:

Рп – ресивер повітряний; Рвг – ресивер відхідних газів; Втн – випарник ТН; Км_{тн} – компресор ТН; Кн_{тн} – конденсатор ТН; ДК – дросельний клапан; Ге.тн – теплонасосна економайзерна секція генератора ЕХМ; Ге – економайзерна секція генератора ЕХМ; Гв – випарна секція генератора ЕХМ; Н – насос; Е – ежектор; Кн – конденсатор ЕХМ; ЗВ – забортна вода; ЗП – зовнішнє повітря; В-ПО – випарник-повітроохолоджувач; КВ – конденсатівідвідник; К-т – конденсат; ВГ – відхідні газ; К – компресор; Т – турбіна; ТК – турбокомпресор; ОНП – охолоджувач наддувного повітря; С – сепаратор пари; СП – споживачі пари; ОКт – охолоджувач конденсату; ЦН – циркуляційний насос УК; ВОУ – водоопріснювальна установка; ПВ – підігрівач води; ЖН – живильний насос; ПЖВ – підігрівач живильної води; ТЯ – теплий ящик

Проведені розрахунки показали, що при тепловому коефіцієнті ТХМ $\zeta_{ТХМ} = 0,8$ та умові $Q_{ГВ} / Q_{ГЕ} = 1,0$ сумарна економія палива на судні при використанні ТХМ з бустерним тепловим насосом для охолодження повітря на вході дизеля складе 2...2,4 %. Також зниження температури повітря на вході ДВЗ перед ТК в теплій зоні до $t_{в2} = 15$ °C призводить до зменшення викидів токсичних та шкідливих речовин (SO_x , NO_x , CO_2) у відхідних газах ДВЗ. Це відбувається за рахунок збільшення масових витрат повітря на 4...7%, що забезпечує значення сумарного коефіцієнта надлишку повітря на припустимому рівні до $\alpha_x = 2,8...3,2$ при експлуатаційній потужності двигуна $N_e = 75...85\%$. Зниження токсичних і шкідливих речовин (SO_x , NO_x , CO_2) у теплій зоні з використанням ТН у якості бустерної секції ТХМ, що охолоджує повітря на вході ДВЗ перед ТК становить 1,8...2,5 %.

Інформаційні джерела

1. Радченко Н.И. Охлаждение воздуха на входе судового дизеля эжекторной холодильной машиной с бустерным тепловым насосом / Н.И. Радченко, И.В. Калиниченко, Р.Н. Радченко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2017. – №4 (139). – С. 98 – 101.

УДК 535.36+536.24+544.77

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ НАОЧАСТИНОК ТА МОДИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІННОЇ ПОВЕРХНІ

Лукьянова Т.В., Хлиева О.Я., Семенюк Ю.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Підвищення коефіцієнта тепловіддачі при кипінні для випарників холодильних машин має істотне значення, оскільки відомо, що інтенсивність тепловіддачі в них невисока [1]. Як відомо, підвищення інтенсивності теплообміну при кипінні може бути досягнуто або збільшенням температурного напору, або зміною поверхневих умов. Перший спосіб обмежений умовами енергетичної та техніко-економічної оптимізації. Тому інтенсифікація пароутворення на практиці здійснюється головним чином шляхом створення поверхневих умов, сприятливих для виникнення і зростання парових бульбашок. Достатнього добре вивчені наступні способи інтенсифікації шляхом зміни поверхневих умов: підвищення шорсткості поверхні теплообміну, застосування оребрених поверхонь з певними геометричними параметрами, нанесення на поверхню різного роду покриттів і ін.

Останнім часом посилюється інтерес до перспектив використання нанофлюїдів як теплоносіїв і робочих тіл енергетичного (в тому числі і холодильного) обладнання. Використання холодоагентів з добавками наночастинок (нанохолодоагентів) в якості робочих тіл парокомпресійних холодильних систем можна розглядати як новий напрямок підвищення інтенсивності процесу кипіння у випарниках без модернізації та істотного подорожчання обладнання. Робіт, присвячених дослідженню процесу кипіння нанохолодоагентів, не так вже й багато [2-8]. Більше досліджень є по кипінню нанофлюїдів на основі води і деяких органічних рідин. Але, не дивлячись на наявність робіт, однозначний висновок про вплив наявності наночастинок в базовій рідині на процес кипіння зробити не виходить, так як отримані різними дослідниками ефекти різні і іноді суперечливі.

Не викликає сумнів факт, що основну роль у зміні інтенсивності процесу кипіння нанофлюїдів грає не тільки зміна теплофізичних властивостей нанофлюїдів (в порівнянні з властивостями базової рідини), але в більшій мірі, модифікація поверхні нагрівання при осадженні на ній наночастинок. І тут можна виділити кілька ефектів, спільна дія яких на інтенсивність процесу тепловіддачі передбачити не можна:

- заповнення нерівностей поверхні наночастинками в процесі кипіння на ній нанофлюїда, що може сприяти зниженню кількості активних центрів пароутворення;
- формування пухкого пористого шару з осілих на поверхні наночастинок, наявність якого може сприяти інтенсифікації процесу кипіння за рахунок збільшення кількості центрів пароутворення, зменшення розміру і збільшення частоти відриву парових бульбашок;
- зміна крайового кута бульбашки на поверхні нагрівання після осадження наночастинок, тут ефект на інтенсивність процесу кипіння може бути неоднозначним;
- зменшення ступеня перегріву стінки за рахунок наявності термічного опору шару осілих наночастинок на теплообмінній поверхні, що може сприяти зниженню інтенсивності теплообміну при кипінні.

Як видно з описаних вище пунктів, вони частково суперечливі. Справа в тому, що тип модифікації поверхні при кипінні на ній нанофлюїдів і, отже, зміна поверхневих умов, що визначають інтенсивність кипіння, буде залежати і від стану теплообмінної поверхні і від розміру і типу наночастинок, від їх агрегативної стійкості в нанофлюїді, від наявності ПАР. Тому вплив наночастинок на стан теплообмінної поверхні, по всій видимості, є визначальним фактором при розгляді процесу кипіння нанофлюїдів і може пояснити відмінність результатів, отриманих різними дослідниками. Разом з тим слід констатувати, що питання це залишається

маловивченим і робіт, в яких розглядається стан поверхні теплообміну при кипінні на ній нанофлюїдів, досі не багато [9–12].

S. J. Kim та ін. [9, 10] проводили експериментальне дослідження стану поверхні нагрівання при кипінні нанофлюїдів, що містять наночастинки оксиду алюмінію, цирконію або кремнію. Показано, що шар, який утворюється на поверхні значно покращує змочуваність поверхні, що підтверджується зменшенням крайового кута змочування на поверхні, покритій наночастинками, в порівнянні з чистими поверхнями. Зменшення крайового кута пояснюється змінами поверхневої енергії і морфології поверхні, які викликані наявністю шару наночастинок. Висока змочуваність поверхні може достовірно пояснити збільшення критичного теплового потоку при кипінні нанофлюїдів.

В обзорі [11] йдеться, що в процесі кипіння ПАР і наночастинки можуть створювати агломерати і осідати на поверхні нагрівання, що змінює стан поверхні нагрівання і викликає ряд непередбачених ефектів, в тому числі зміна кількості активних центрів пароутворення, зміна змочуваності поверхні нагрівання і утворення додаткової термічного опору, яке запобігає прямий контакт рідини з киплячою поверхнею. Кожен з цих факторів може сприяти погіршенню інтенсивності теплообміну при кипінні, яке спостерігається рядом авторів.

В роботі [12] показано, що зміна геометрії поверхні при кипінні на ній нанофлюїдів є ключовим чинником, що пояснює суперечливі дані по інтенсивності тепловіддачі при кипінні нанофлюїдів, які отримані різними авторами. Зростання або падіння інтенсивності тепловіддачі при кипінні залежить від відносного розміру часток, зважених в рідині, від геометрії поверхні нагрівання і від їх взаємодії. Експерименти показують, що для гладкої поверхні нагрівання осадження частинок призводить до збільшення шорсткості поверхні, що сприяє інтенсифікації тепловіддачі при бульбашковому кипінні. У той же час для шорсткої поверхні не спостерігається очевидних змін геометрії поверхні. Показано, що модифікація поверхні наночастинками є невід'ємною рисою процесу кипіння нанофлюїдів. Так само показано, що на експериментальні результати впливає тривалість використання поверхні нагрівання.

Для оцінки впливу наявності наночастинок на інтенсивність процесу кипіння нами були виконані експериментальні дослідження з оцінки коефіцієнтів тепловіддачі при кипінні у вільному обсязі на двох поверхнях, що відрізняються шорсткістю і змочуванням.

Об'єктами дослідження в даній роботі були:

- холодоагент R141b без домішок наночастинок і ПАР - R141b;
- розчин холодоагенту R141b з ПАР Span80 (0,1% мас.) - R141b/ПАР;
- нанофлюїд, що складався з холодоагенту R141b, ПАР Span80 (0,1% мас.) та наночастинок TiO_2 (0,1% мас.) - R141b/ПАР/ TiO_2 .

Холодоагент R141b був обраний для приготування модельних систем в силу зручності його використання при приготуванні нанофлюїдів, дослідженні їх властивостей і процесів кипіння (знаходиться в рідкому стані при температурі навколишнього середовища й атмосферному тиску). В якості добавки використовувалися наночастинки TiO_2 з розміром у порошок менш 25 нм, CAS № 1317-70-0 (Sigma-Aldrich). Було показано, що агрегативно стабільний нанофлюїд на основі R141b і наночастинок TiO_2 можна приготувати тільки з використанням поверхнево активної речовини (ПАР), в якості якої було підібрано ПАР Span-80 CAS № 1338-43-8 (Sigma-Aldrich). Детально методика приготування нанофлюїду на основі холодоагенту R141b та наночастинок TiO_2 і результати дослідження його агрегативної стійкості наведені в [13].

Так як при приготуванні нанофлюїда використовувався ПАР, то на думку авторів необхідно враховувати, що не тільки домішки наночастинок, але і домішки ПАР можуть впливати на інтенсивність тепловіддачі при кипінні.

Дослідження коефіцієнта тепловіддачі при кипінні у вільному обсязі для всіх об'єктів дослідження проведено на двох теплообмінних поверхнях, які відрізняються ступенем змочування холодоагентом R141b: на поверхні з нержавкої сталі і на аналогічній поверхні, вкритій тонким шаром фторопласту. Методика проведення експерименту і детальний опис експериме-

нтальної установки приведені в [14]. При проведенні експерименту варіювалися значення густини теплового потоку від 5 до 60 $\text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$. Значення тиску в експериментальній установці підтримувалися рівними 0,2, 0,3 і 0,4 МПа.

Отримані експериментальні дані по залежності коефіцієнта тепловіддачі від щільності теплового потоку при трьох значеннях тисків були апроксимовані залежністю виду $\alpha = A \cdot q^B$. Після апроксимації були отримані значення відносних коефіцієнтів тепловіддачі – см. рис. 1.

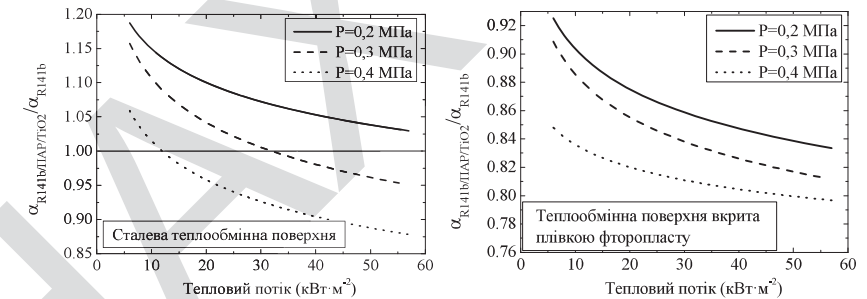


Рисунок 1 - Залежність відносного коефіцієнта тепловіддачі при кипінні нанофлюїда состава R141b / ПАР Span80 (0,1% мас.) / наночастинки TiO_2 (0,1% мас.) на двох типах поверхонь нагріву від густини теплового потоку

Показано, що при кипінні на поверхні, вкритій фторопластом, для всіх об'єктів дослідження спостерігалися значно більші значення перегріву поверхні у порівнянні з кипінням на сталевій поверхні, а, відтак, менші значення коефіцієнта тепловіддачі. Зроблено висновок, що зниження коефіцієнта тепловіддачі при кипінні на поверхні, покритій фторопластом, можливо обумовлено не зміною ступеня змочування, а зміною мікрогеометрії поверхні, покритої фторопластом, в порівнянні зі сталевією поверхнею, що призвело до зменшення кількості активних центрів пароутворення.

Імовірно, осідання на нагрівальній поверхні наночастинок і сорбування ПАР (високомолекулярних сполук) призводить до заповнення нерівностей, які виконували роль центрів пароутворення, і сприяє зменшенню їх кількості. Таке зниження кількості центрів пароутворення надає більший вплив на КТВ при кипінні, ніж зміна теплофізичних властивостей систем R141b/ПАР і R141b/ПАР/ TiO_2 у порівнянні з базовою речовиною.

Показано, що уведення у холодоагент наночастинок і ПАР призводить до інтенсифікації процесу тепловіддачі при кипінні в діапазонах параметрів, характерних для роботи випарників холодильних систем.

За результатами виконаних досліджень можна констатувати необхідність подальшого експериментального вивчення теплообміну у процесі кипіння перспективних нанохолодоагентів при параметрах роботи випарників холодильних систем. Доцільним є аналіз можливостей застосування різноманітних модифікацій теплообмінних поверхонь з метою інтенсифікації теплообміну у процесі кипіння.

Інформаційні джерела

1. Гоголин А.А. та ін. Интенсификация теплообмена в испарителях холодильных машин. : Издательство Легкая и пищевая промышленность, 1982. 224 p.
2. Peng H. та ін. Heat transfer characteristics of refrigerant-based nanofluid flow boiling inside a horizontal smooth tube // International Journal of Refrigeration. 2009. Vol. 32. No 6. P. 1259–1270. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2009.01.025.

3. Peng H., Ding G., Hu H. Effect of surfactant additives on nucleate pool boiling heat transfer of refrigerant-based nanofluid // *Experimental Thermal and Fluid Science*. 2011. Vol. 35. No 6. P. 960–970. doi: 10.1016/J.EXPTHERMFLUSCI.2011.01.016.
4. Trisaksri V., Wongwises S. Nucleate pool boiling heat transfer of TiO₂-R141b nanofluids // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2009. Vol. 52. No 5–6. P. 1582–1588. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.07.041.
5. Tazarv S. та ін. Experimental investigation of saturated flow boiling heat transfer to TiO₂/R141b nanorefrigerant // *Experimental Heat Transfer*. 2016. Vol. 29. No 2. P. 188–204. doi: 10.1080/08916152.2014.973976.
6. Eid E.I. та ін. An experimental investigation of the effect of the addition of nano Aluminum oxide on pool boiling of refrigerant 134A // *Heat and Mass Transfer*. 2017. Vol. 53. No 8. P. 2597–2607. doi: j.ijheatmasstransfer.2018.03.046.
7. Chang T.-B., Wang Z.-L. Experimental investigation into effects of ultrasonic vibration on pool boiling heat transfer performance of horizontal low-finned U-tube in TiO₂/R141b nanofluid // *Heat and Mass Transfer*. 2016. Vol. 52. No 11. P. 2381–2390. doi: 10.1007/s0023.
8. Diao Y.H. та ін. Experimental investigation on the pool boiling characteristics and critical heat flux of Cu-R141b nanorefrigerant under atmospheric pressure // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2015. Vol. 89. P. 110–115. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2015.05.043.
9. Kim S.J. та ін. Effects of nanoparticle deposition on surface wettability influencing boiling heat transfer in nanofluids // *Applied Physics Letters*. 2006. Vol. 89. No 15. P. 153107.
10. Kim S.J. та ін. Surface wettability change during pool boiling of nanofluids and its effect on critical heat flux // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2007. Vol. 50. No 19–20. P. 4105–4116. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2007.02.002.
11. Wen D. та ін. Review of nanofluids for heat transfer applications // *Particuology*. 2009. Vol. 7. No 2. P. 141–150.
12. Wen D. та ін. Boiling heat transfer of nanofluids: the effect of heating surface modification // *International Journal of Thermal Sciences*. 2011. Vol. 50. No 4. P. 480–485.
13. Khliyeva O. та ін. AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF NANOPARTICLE ADDITIVES TO THE REFRIGERANT R141B ON THE POOL BOILING PROCESS // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 4. No 8(94). P. 59–66. doi: 10.15587/1729-4061.2018.139418.
14. Nikulin A. та ін. Study of pool boiling process for the refrigerant R11, isopropanol and isopropanol/AI 2 O 3 nanofluid // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2018. Vol. 118. P. 746–757. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.11.008.

УДК 536.24:621.1

ТЕПЛООБМЕН ГРАВИТАЦИОННОГО СЛОЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ

**Бабаев Е.С., студент-магистр, ТЭФ, Титарь С.С., к.т.н., проф.
Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса**

Во многих отраслях промышленности существует необходимость в нагреве (охлаждении) сыпучих материалов в технологических процессах либо с целью утилизации тепла.

Это нагрев либо охлаждение материалов в химической промышленности: термообработка материалов, газообразные продукты, разложение которых необходимо улавливать; нагрев мелкодисперсных руд концентратов для извлечения металла и охлаждение огарка на предприятиях цветной металлургии; прокатка формовочных смесей после литья с целью выжигания смолянистых примесей, что позволяет многократно использовать формовочные материалы; процессы сушки утилизации тепла энерготехнологии и т.д.

Приведенный анализ позволяет сделать ряд выводов и сформулировать задачи настоящего исследования.

Задача изучения теплообмена плотного гравитационного слоя сыпучего материала с поверхностью с целью создания высокоэффективных теплообменных аппаратов весьма актуальна.

Более рациональной является компоновка теплообменника из горизонтальных поперечно омываемых труб, так как интенсивность теплообмена в этом случае выше, чем при длительном омывании.

Исследовались пучки с шахматным расположением трубок, как наиболее целесообразные в аппаратах с плотным слоем.

По данным Донскова С.В. изменение теплоотдачи происходит в трех первых рядах трубного пучка (уменьшается по глубине пучка) и далее остается неизменной.

На основании этого исследуемый калориметр помещался в четвертый ряд, что позволило получить данные, близкие к средним для многорядных пучков.

Это подтвердили и наши предварительные опыты.

Для расчета рекомендуется следующая критериальная зависимость:

$$Nu=0.47 [Pe]^{0.28} [(D/d)]^{0.33} [(S_2/D)]^{0.2} \quad (1)$$

Зависимость получена для диапазона: $1,36 \leq S_1/D \leq 2,7$; $1,82 \leq S_2/D \leq 6,13$; $60 \leq Pe \leq 1500$; $45 \leq D/d \leq 145$. Уравнение (1) с вероятностью ошибки $\pm 6\%$ справедливо при разных направлениях теплового потока (нагрев, охлаждение) и температура слоя до 500–600 °С.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ Калініченко І.В., Сидорова В.В.	118
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КОНТУРОВ КОЛЬЦЕВОЙ ГАЗОВОЙ СЕТИ Кологривов М.М., Бузовский В.П.	120
ДЛИНА ФАКЕЛА ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ Кологривов М.М., Григорьев А.О.	124
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПЕНТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХОЛОДУ Кошельник О.В., Долобовська О.В.	127
МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 Т/ЧАС ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УГАРА КОКСА И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ Круглякова О.В., Макей А.И.	128
ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНОЇ Круглякова О.В., Яхоніна А.Д.	129
ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ СЕКТОРІ Лужанська Г.В., Назаров І., Мангір А.С.	130
РАСЧЁТ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРИСТЫХ ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ КАНАЛОВ ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРВОГО РОДА С РАБОЧИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ФРЕОН - 12 Лукиша А.П.	132
РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ НА НИЗЬКОПЕНТЕНЦІАЛЬНИХ ДжЕРЕЛАХ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ Мазуренко С.Ю., Магурян Н.С., Возиянов А.И.	136
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ Мельник Е.Ю., Лукьянов Н.Н., Денисов Ю.П.	138
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК Ободович О.М., Булій Ю.В.	142
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНОСОСНИХ УСТАНОВОК Остапенко О. П.	143
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф., Пуникверский А.Ф.	145
ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ З ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ СКІДНОЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ Радченко Р.М., Калініченко І.В., Зубарев А.А., Богданов Н.С.	147
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ НАНОЧАСТИНОК ТА МОДИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІННОЇ ПОВЕРХНІ Семенов Ю.В., Хліва О.Я., Лук'янова Т.В.	149
ТЕПЛООБМЕН ГРАВИТАЦИОННОГО СЛОЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ Титарь С.С., Бабаев Е.С.	153

ВИБРАЦИЯ ТРУБЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛООБМЕН С ПЛОТНЫМ СЛОЕМ Титарь С.С., Дарченко Б.Е.	154
РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УТИЛИЗАТОРОВ ТЕПЛА С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ Титлов А.С., Васильев О.Б.	155
РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПАРОЭЖЕКТОРНОЙ И АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА Титлов А.С., Дьяченко Т.В., Сагала Т.А., Артюх В.Н., Алнамер А.	157
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ИХ ЭЛЕМЕНТАХ Титлов А.С., Осадчук Е.А., Биленко Н.А.	160
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР Титлов А.С., Петушенко С.Н., Устенко Р.А.	162
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ Титлов А.С., Тюхай Д.С., Титлова О.А., Березовская Л.В., Адамбаев Д.Б.	164
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФЛЕГМАТОРА КОМБИНИРОВАННОГО АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ПРИБОРА Титлов А.С., Холодков А.О., Приймак В.Г., Гратий Т.И.	167
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ЖИДКОСТНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА Халак В.Ф.	170
ВПЛИВ ДОМШОК ФУЛЕРЕНІВ C60 НА ГУСТИНУ ОРТО-КСИЛОЛУ Ханчич К.Ю., Мотовий І.В.	172
ЛИМИТИРУЮЩИЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ АММИАКА В СИСТЕМЕ АММИАК – ВОДЯНОЙ ПАР – ВОДА Цейтлин М.А., Райко В.Ф.	175
СЖИГАНИЕ СЕРНИСТОГО ТОПЛИВА В КИПАЩЕМ СЛОЕ Шевчук В. И., Гирияк В.В., Мудрая С.Г.	177
ВЫБОР СПОСОБА ШЛАКОУДАЛЕНИЯ Шевчук В.И.	179
МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМА ТЕМПЕРАТУРА ПІДГРІВУ ПОВІТРЯ В РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНИХ РЕКУПЕРАТОРАХ Шраменко О.М., Медвідь А.Н., Ревенко В.О.	181
ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОТВЕРДІЛИХ МЕТАНУ CH ₄ , ПЕРФТОРМЕТАНУ CF ₄ ТА ПЕРХЛОРМЕТАНУ CCL ₄ Якуб Л.М., Бодюл О.С.	183
THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES Kirilov V.Kh., Titlov A.S., Osadchuk E.A.	185
PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF SEASONAL HOUSEHOLD REFRIGERATOR Selivanov A.P., Titlov A.S.	188

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

**Матеріали XVII Всеукраїнської науково-
технічної конференції**

Мови видання: українська, російська, англійська

Підписано до друку 17.10.2018 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 11,39. Наклад 300 прим.
Зам. № 1710/1.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 0482 35 79 76
www.aprel.od.ua

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