

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА  
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ  
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ  
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ  
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ  
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)  
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)  
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)  
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)  
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)  
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ГРУЗІЯ)  
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО  
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»  
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»  
ДП «ДЕЛЬТА-ЛОЦМАН»  
ТОВ "ЮСК СЕРВИС"  
ТОВ «ЕВЕРІ»

# ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

## МАТЕРІАЛИ

X міжнародної науково-технічної конференції

Том 1.

26 – 28 вересня 2019 р.

*Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв України, 9 м. Миколаїв*

УДК 001.895:629.5  
И66

## ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА  
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ  
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ  
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ  
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ  
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)  
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)  
ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)  
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)  
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)  
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ГРУЗІЯ)  
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО  
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»  
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»  
ДП «ДЕЛЬТА-ЛОЦМАН»  
ТОВ "ЮСК СЕРВИС"  
ТОВ «ЕВЕРІ»

**Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.  
Претензії до організаторів не приймаються.**

**Відповідальний за випуск:**  
Блінцов Володимир Степанович

**И66** **Інновації** в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції. у 2 томах. Т. 1 — Миколаїв : НУК, 2019. — 628 с.

**ISBN 978-966-321-368-2**

У збірнику наведені матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в судобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

**УДК 001.895:629.5**

ISBN 978-966-321-368-2

© Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, 2019

УДК 536.423.16

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В КОНТАКТНЫХ АППАРАТАХ****Бушманов В.М. аспирант, Козут В.О. к.т.н. доцент, Жихарева Н.В. к.т.н. доцент, Хмельнюк М.Г. д.т.н. профессор**

ОНАПТ

Украина Одеса

vvurio@gmail.com

**Анотация.** Получена модель расчета, благодаря которой возможно получить достоверные данные процесса теплообмена в контактном теплообменнике в котором жидкость вступает в контакт с газом путем впрыска в газовую среду. Эти данные можно использовать в расчетах такого рода контактных теплообменником и интенсифицировать их работу.

**Ключевые слова:** контактный теплообмен; испарение; интенсификация теплообмена.

**Вступление**

Теплообменные аппараты (теплообменники) представляют собой устройства, предназначенные для передачи тепла от одной рабочей среды (теплоносителя) к другой. Теплоносители могут быть газообразными, жидкими и твердыми. Теплообменники имеют различные назначения: в них могут протекать процессы нагревания, охлаждения, кипения, конденсации, расплавления, затвердевания, а также сложные термохимические процессы – выпаривание, ректификация, полимеризация, вулканизация и многие другие. По характеру обмена теплом теплообменные аппараты разделяются на поверхностные и смесительные (контактные). Контактные теплообменники предназначены для нагрева и охлаждения различного рода жидких, газовых, твердых рабочих тел, конденсации паров, испарения (выпаривания) и кристаллизации. Их широко используют в промышленности. Например, их применяют для нагрева (охлаждения) воды газами и растворами; для нагрева (охлаждения) растворов с целью последующей кристаллизации растворенного компонента; для нагрева и охлаждения агрессивных растворов промежуточными теплоносителями, а также твердых частиц и тел газами и жидкостями. Контактные теплообменники используют в энергетических установках различных типов (для нагрева воды перед деаэрацией, в системах регенерации энергии в паротурбинных блоках и др.); в установках деминерализации и очистки сточных промышленных вод; в коммунальном хозяйстве для нагрева воды продуктами сгорания.

В этой работе преимущественно рассматриваются теплообменники использующие принцип непосредственного впрыска жидкости в движущуюся газовую среду. В зависимости от технологического процесса горячим телом может выступать газ или жидкость. Принципиальным в процессе теплообмена является наличие разницы температур.

Один из важных параметров контактного теплообмена это площадь поверхности раздела фаз которая является площадью контакта теплообмена. В случае разбрызгивания жидкости площадь контакта это поверхность каждой капли. В процессе ТО жидкость испаряется в следствии чего масса капель уменьшается и уменьшается их размер и площадь контакта. Так же когда жидкость разбрызгивается в движущийся поток капли в процессе движения вибрируют деформируются и распадаются в следствии чего площадь контакта так же меняется

Классификация контактных теплообменников. Во многих отраслях промышленности – химической, металлургической, пищевой и других – широко применяют контактные теплообменные аппараты (контактные теплообменники). В этих аппаратах процесс подвода или отвода тепла при нагреве или охлаждении газов, жидкостей, твердых тел осуществляется при непосредственном контакте теплоносителей, без соприкосновения их с теплопередающей поверхностью.

Преимущества контактных теплообменников по сравнению с поверхностными (снижение металлоемкости и коррозионно-эрозионного износа, повышение надежности, отсутствие отложений, возможность существенного повышения температуры нагрева теплоносителей и др.) обуславливают все более широкое применение этих аппаратов в промышленности и перспективность использования их в объектах новой техники.

Температура на входе в устройство T1

Температура на выходе из устройства T2

Объемный поток на входе в устройство Q1

Объемный поток на выходе из устройства Q2

Объёмный расход впрыскиваемой жидкости QN

$$T1 > T2$$

$$Q1 < Q2$$

$$Q2 = Q1 + QN$$

На размер движущейся в потоке капли влияет большое количество параметров. Таких как изначальный диаметр капли. Свойства жидкости на которые так же влияет температура, скорость движения. Эти параметры объединяются в один через безразмерный коэффициент Число Вебера.

Исходя из экспериментальных данных о изменениях формы капли при различных значениях числа Вебера можно выделить определенные формы характерные для этих значений.

Расчитывая площади капель для различных чисел вебера можно найти тот режим течения при котором площадь капель будет наибольшей и следовательно площадь контакта будет наибольшей.

В условиях когда разница температур большая а размер капель мал этот параметр может слабо влиять на процесс теплообмена. Но при небольшой разнице температур возможно использовать это для интенсификации процессов теплообмена.

#### **Выводы**

Нами была разработан способ расчета теплообмена в контактном теплообменнике с впрыскиванием жидкости в движущийся поток газа. Важным параметром этого процесса является площадь контакта. Используя полученные данные возможно интенсифицировать процесс теплообмена путем увеличения площади контакта.

#### **Список литературы**

1. Контактные водонагреватели «Стройиздат», 1974.
2. Математическая модель процесса впрыска топлива форсункой. Ю.Д. Погуляев дтн, Р.М. Байтимеров
3. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. Кудинов А.А. 2000 г.

Бушманов В.М., Когут В.О., Жихарева Н.В., Хмельнюк М.Г.

#### **Моделювання процесів Тепло Обміну в Контактних апаратах**

**Анотація.** Отримано модель розрахунку завдяки якій можливо отримати достовірні данні процесу теплообміну у контактному теплообміннику в якому рідина вступає у контакт з газом шляхом вприскування у газове середовище. Ці данні можна використовувати у розрахунках такого роду контактних теплообмінниках та інтенсифікувати їх роботу.

**Ключові слова:** контактний теплообмін; випаровування; інтенсифікація теплообміну.

Bushmanov V.M., Kogut V.O., Zhikhareva N.V. associate professor, Khmelnyuk M.G.

#### **Simulation of Heat Exchange Processes in Contact Devices**

**Annotation.** The calculation model thanks to which probably to obtain the authentic data of process of heat exchange in the contact heat exchanger in which liquid is received comes into contact to gas by injection in the gas environment. This data can be used in calculations such contact the heat exchanger and to intensify their work.

**Key words:** contact heat transfer; evaporation; heat transfer intensification.

УДК 608.3

#### **ЦИКЛ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ БЕСПЕРЕБОЙНУЮ РАБОТУ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**

**Когут В.О. ктн доцент, Бушманов В.М. аспирант, Косой Б.В. дтн професор, Жихарева Н.В. ктн доцент**

ОНАПТ

Украина Одеса

vvurio@gmail.com

**Аннотация** В этой работе был предложен способ который может обеспечить практически бесперебойную работу устройства улавливающего пары жидких топлив. Полученные результаты применимы в топливно энергетической области и могут обеспечить улучшение экологической ситуации

**Ключевые слова:** комбинированный цикл; контактный теплообменник; экология

## Секція № 5. ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

<b>Трушляков Є.І., Радченко М.І., Портной Б.С., Зубарєв А.А., Кантор С.А.</b> Раціональне теплове навантаження системи кондиціонування повітря за темпом прирощення річної холодопродуктивності.....	423
<b>Титлов А.С., Цой А.П., Алимкешова А.Х., Джамашева Р.А.</b> Разработка систем охлаждения на базе возобновляемых источников тепловой энергии.....	426
<b>Андреев А.А., Андреева Н.Б.</b> Повышение эффективности мод охлаждением наддувочного воздуха теплоиспользующей установкой .....	433
<b>Талибли Р.Е., Хмельнюк М.Г.</b> Вплив холодильної промисловості на довкілля.....	435
<b>Безродний М.К., Притула Н.О., Опанасюк І. Ю.</b> Теплонасосна система повітряного опалення та вентиляції з використанням відпрацьованого повітря.....	441
<b>Безродний М.К., Майстренко О.О.</b> Термодинамічний аналіз теплонасосно-адсорбційної схеми консервування енергетичного обладнання.....	444
<b>Трушляков Є.І., Радченко А.М., Зубарєв А.А., Ткаченко В.С., Я. Зонмін, Фордуй С.Г.</b> Визначення встановленої холодопродуктивності системи кондиціонування зовнішнього повітря за поточними тепловими навантаженнями.....	447
<b>Бушманов В.М., Козут В.О., Жихарева Н.В., Хмельнюк М.Г.</b> Моделирование процессов теплообмена в контактных аппаратах.....	452
<b>Козут В.О., Бушманов В.М., Косой Б.В., Жихарева Н.В.</b> Цикл обеспечивающий бесперебойную работу контактного теплообменника.....	453
<b>Томчик О. М., Хмельнюк М. Г., Гоголь М. І.</b> Засоби стабілізації температури продукту та зниження енергетичних витрат при роботі холодильного обладнання.....	455
<b>Томчик О. М., Хмельнюк М. Г., Гоголь М. І.</b> Охолодження ємності з акумулюючою здатністю для зберігання і транспортування продукту.....	458
<b>Дорошенко А.В., Гончаренко А.С., Демьяненко Ю.И.</b> Низкотемпературные водоохладители испарительного типа. Разработка и анализ их принципиальных возможностей.....	461
<b>Дорошенко А.В., Халак В.Ф.</b> Солнечные многофункциональные абсорбционные системы тепло-хладоснабжения и кондиционирования воздуха.....	465
<b>Яковлев Ю.А., Яковлева О.Ю.</b> Новий напрямок підвищення ефективності турбомашин.....	471
<b>Яковлева О.Ю., Остапенко О.В., Хмельнюк М.Г., Яковлев Ю.О.</b> Енергоефективні проекти та їх реалізація в промисловому секторі.....	473
<b>Волчок В.О.</b> Моделювання властивостей сумішей холодогентів на основі вільної енергії Гельмгольца.....	477
<b>Радченко А.М., Трушляков Є.І., Портной Б.С., Фордуй С.Г., Кантор С.А.</b> Проектне навантаження градієнтів систем охолодження відповідно до поточних кліматичних умов.....	480
<b>Трушляков Є.І., Радченко Н.И., Ткаченко В.С.</b> Регулирование холодопроизводительности систем кондиционирования приточного воздуха.....	483
<b>Трушляков Є.І., Радченко А.М., Ткаченко В.С., Кантор С.А.</b> Удосконалення системи кондиціонування зовнішнього повітря комбінованого типу.....	488
<b>Трушляков Є.І., Радченко А.М., Портной Б.С., Фордуй С.Г.</b> Методи визначення теплового навантаження систем кондиціонування повітря з урахуванням поточних кліматичних умов.....	493
<b>Радченко Р.М., Зубарєв А.А., Бойчук В.В., Остапенко О.В., Коновалов А.В., Фордуй С.Г., Цуцман В.В.</b> Дослідження ефективності охолодження повітря тригенераційної газопоршневої установки.....	498
<b>Трушляков Є.І., Радченко А.М., Ткаченко В.С., Портной Б.С., Фордуй С.Г., Кантор С.А.</b> Ступеневий принцип розподілу теплового навантаження в системі кондиціонування повітря.....	504
<b>Я. Зонмін, Радченко А.М., Портной Б.С.</b> Порівняння ефективності охолодження повітря на вході ГТУ для різного клімату.....	509
<b>Я. Зонмін, Радченко М.І., Портной Б.С.</b> Порівняння ефективності охолодження повітря на вході ГТУ за помірного та тропічного клімату.....	513
<b>Радченко А.М., Портной Б.С., Я. Зонмін</b> Порівняння екологічної ефективності охолодження повітря на вході ГТУ в умовах помірного та субтропічного клімату.....	517
<b>Радченко А.М., Портной Б.С., Я. Зонмін</b> Метод визначення раціональної холодопродуктивності системи охолодження повітря на вході ГТУ за поточним тепловим навантаженням.....	521