

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт механики и машиностроения



# ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы IV Всероссийской  
студенческой конференции

*Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.*

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ  
СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Йошкар-Ола  
2018

УДК 378:621

ББК 74.58

И 62

**Руководитель проекта**

*Андреанов Ю. С.*, начальник Управления  
научной и инновационной деятельности ПГТУ

**Редакционная коллегия:**

*Сютлов Н.П.*, канд. техн. наук, доцент, директор Института механики и машиностроения ПГТУ;

*Ласточкин Д.М.*, канд. техн. наук, доцент, зам. директора по научной работе Института механики и машиностроения;

*Алибеков С.Я.*, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой машиностроения и материаловедения;

*Медяков А.А.*, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой энергообеспечения предприятий;

*Костромин Д.В.*, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой эксплуатации машин и оборудования;

*Павлов А.И.*, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой транспортно-технологических машин.

**Инженерные кадры – будущее инновационной экономики**

И 62 **России:** материалы IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 192 с.

ISBN 978-5-8158-2047-0

ISBN 978-5-8158-2048-7 (Ч. 1)

В сборнике материалов Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» представлены результаты научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов в области энергоэффективных технологий, механики и машиностроения с перспективой их практического использования.

УДК 378:621

ББК 74.58

ISBN 978-5-8158-2048-7 (Ч. 1)

ISBN 978-5-8158-2047-0

© Поволжский государственный  
технологический университет, 2018

**Хафизова Алия Ильгизаровна,**  
направление Техническая физика, гр. ТПЭМ-1-17

Научный руководитель **Дмитриев Андрей Владимирович,**  
д-р техн. наук, заведующий кафедрой теоретических основ теплотехники  
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
г. Казань*

## **ТЕПЛОМАССОБМЕН В СТРУЙНО-ПЛЕНОЧНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

Сегодня в мире наблюдается дефицит пресной воды, и с каждым годом происходит его рост. Водный дефицит заставляет задуматься о том, каким образом используются водные ресурсы. В развитых странах большое количество воды приходится на промышленные нужды. Особенно опасны загрязненные сточные воды промышленных предприятий, содержащие в себе различные ядовитые химикаты. В связи с этим возникает необходимость существенно снизить сброс сточных вод и общее потребление воды предприятием.

Оборотное водоснабжение – наиболее прогрессивный способ обеспечения водой промышленных предприятий всех отраслей. Охлаждение оборотной воды на предприятиях все чаще происходит в градирнях. Существует большое разнообразие конструкций градирен, различных по способу организации процесса взаимодействия жидкой и газовой фаз [1].

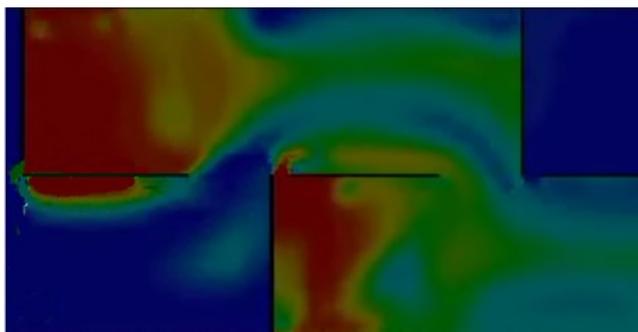
Наибольшую популярность приобрели испарительные вентиляторные градирни за счет своих малых габаритов и высокой эффективности охлаждения жидкости. Одним из основных элементов градирни является ороситель, который отвечает за его охлаждающую способность. Существующие конструкции оросителей отличаются своей эффективностью, оригинальностью, однако и у них наблюдается ряд недостатков: малая площадь контакта газовой и жидкой фаз, плохая смачиваемость, высокая металлоемкость конструкций, сложность при очистке данных конструкций. Чтобы решить данные проблемы, предлагается внедрять высокоэффективные контактные устройства, которые увеличили бы удельные массы и потоки тепла, а также обеспечили снижение гидравлического сопротивления [2].

В данной работе представлены разработанные струйно-плёночные контактные устройства [3], которые позволяют значительно увеличить эффективность тепломассообменных процессов, проходящих в рабочей области. В связи с особенностью конструкции удастся снизить затраты

на установку каплеуловителей, так как верхние ступени контактного устройства препятствуют уносу жидкости из градирни. Конструкция контактного устройства представляет собой множество сливных стаканов, расположенных в шахматном порядке по вертикали и горизонтали, с вертикальными перегородками посередине. В связи с таким расположением стаканов движение потока газа в устройстве носит зигзагообразный характер.

Для улучшения работы существующего устройства в нижней части стенок стаканов были выполнены отверстия. По 8 отверстий диаметром 5 мм в каждом стакане. Также по центру днища расположили по одному отверстию диаметром 10 мм.

Для того чтобы определить, какие результаты приносят вносимые изменения, конструкция была смоделирована в программном пакете. Впоследствии были проведены численные расчеты (см. рисунок). При расчете использовался метод объема жидкости (VOF), позволяющий учитывать взаимодействие двух несмешивающихся фаз.



**Численное моделирование взаимодействия жидкой и газовой фазы в элементе устройства**

При численных исследованиях изменялся расход жидкости в тарелках. В ходе исследований была обнаружена следующая зависимость: с ростом уровня жидкости увеличивается предельное значение среднерасходной скорости воздуха. В результате численных экспериментов было выявлено, что устройство работает достаточно эффективно при скорости 3,2 м/с.

**Вывод.** Рассмотренное контактное устройство позволяет охлаждать жидкость достаточно эффективно. Также были получены зависимости скоростей.

### Список литературы

1. Крюков, О. В. Повышение энергоэффективности водооборотных систем предприятий при оптимизации управления градирнями / О. В. Крюков // Вестник ПНИПУ. – 2016 – № 19. – С. 5-27.
2. Эффективные конструкции структурированных насадок для процессов теплообмена / Г. Б. Дмитриева, М. Г. Беренгартен, М. И. Ключенкова, А. С. Пушнов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2005. – № 8. – С. 15-17.
3. Impact of the liquid level in the jet-film contact devices on the heat-and-mass transfer process / I. N. Madyshev, O. S. Dmitrieva, A. V. Dmitriev, L. V. Kruglov // МАТЕС Web of Conferences, 2017. – С. 129.

УДК 621.577

**Храмова Елена Валерьевна,**

направление Промышленная теплоэнергетика (бакалавриат), гр. ПТС-1-15

Научный руководитель **Плотникова Людмила Валерьяновна,**  
канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики  
и систем теплоснабжения

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
г. Казань*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЕПЛОТЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ТЭЦ**

Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) сопровождается значительным количеством сбросной тепловой энергии. Использование сбросной энергии позволит увеличить экономические показатели функциональности ТЭЦ, что соответствует «стратегической цели государственной энергетической политики в сфере повышения энергетической эффективности экономики» [1].

Наиболее рациональным способом повышения энергоэффективности энергетических станций является модернизация системы охлаждения конденсаторов паровых турбин ТЭЦ.

Типовые схемы охлаждения паровых турбин имеют большие потери теплоты, приводящие к снижению экономической эффективности ТЭЦ, значительным вредным выбросам в окружающую среду. При этом для данных схем необходимы крупные системы обеспечения конденсаторов

*Научное издание*

# ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы IV Всероссийской  
студенческой конференции

*Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.*

Часть 1

## ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ответственные за выпуск *П. А. Нехорошков, Д. М. Ласточкин*  
Редакторы *Л. С. Емельянова, П. Г. Павловская*  
Компьютерная верстка *Е. В. Егошина*  
Дизайн обложки *И. В. Малинкина*

Подписано в печать 14.12.2018. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 11,16.  
Тираж 120 экз. Заказ № 7091.

Поволжский государственный технологический университет  
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано в типографии ООО «Вертикаль»  
424030 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Мира, 21