

**Уважаемые читатели!**  
**Приглашаем в зал научных работников НТБ им. Н.Г. Четаева**  
**на выставку новых поступлений журналов**  
**К.Маркса, 10, к.339**



**2018**

ISSN 0040-3636

## СОДЕРЖАНИЕ

Номер 7, 2018

### Энергосбережение, новые и возобновляемые источники энергии

Исследование ресурсов энергии волн в акватории Баренцева моря

*С. А. Мысленков, М. Ю. Маркина, С. В. Киселева,  
 Е. В. Столярова, В. С. Архипкин, П. М. Устинов*

5

Электрохимический источник тока с цилиндрическими  
 воздушно-алюминиевыми элементами

*А. З. Жук, Б. В. Клейменов, В. Г. Удальцов, Е. А. Киселева, А. Б. Тарасенко*

16

### Паровые котлы, энергетическое топливо, горелочные устройства и вспомогательное оборудование котлов

Исследование условий движения бинарных смесей частиц применительно  
 к сжиганию топлива в химических циклах с удалением диоксида углерода

*Г. А. Рыбов, О. М. Фоломеев, И. А. Долгушин*

26

Численное моделирование параметров субмикронных частиц, образующихся  
 при сжигании углей

*Н. М. Корценштейн, Л. В. Петров*

33

### Теплофикация и тепловые сети

Математическое моделирование рынка тепловой энергии в формате  
 единой теплоснабжающей организации

*А. В. Пеньковский, В. А. Стетников*

42

Исследование эффективности методов активной идентификации  
 для теплогидравлических испытаний тепловых сетей

*И. И. Новицкий, О. А. Гребнева, В. В. Токарев*

54

### Атомные электростанции

Механизмы тонкой фрагментации горячего расплава, погруженного  
 в холодную воду

*Ю. П. Ивочкин, Ю. А. Зейгарник, К. Г. Кубриков*

64

### Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов

Исследование теплообменных поверхностей для энергетических установок  
 космического назначения

*А. Е. Баранов, А. Е. Басов, Д. И. Ильмов, И. И. Казанцева,  
 Ю. П. Мамонтов, А. С. Скороходов*

76

### Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые установки и их вспомогательное оборудование

Исследование сопловых решеток турбинной ступени

*Б. И. Мамаев*

86

### Водоподготовка и водно-химический режим

Расчетно-экспериментальное обоснование схем утилизации концентрата,  
 образующегося в цикле обратнотемпературных обессоливающих установок

*Е. Б. Юрцевский, В. В. Сладотников*

92

# ТЕПЛО- ЭНЕРГЕТИКА

В номере:

- Исследование ресурсов энергии волн в акватории Баренцева моря
- Электрохимический источник тока с цилиндрическими воздушно-алюминиевыми элементами
- Математическое моделирование рынка тепловой энергии

# 7 2018

ООО МАИК «НАУКА/  
 ИНТЕРПЕРИОДИКА»

Сдано в набор 15.02.2018 г. Подписано к печати 21.05.2018 г. Дата выхода в свет 31.07.2018 г. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
 Офсетная печать Усл. печ. л. 12,25 Усл. кр.-отг. 4,8 тыс. Уч.-изд. л. 12,25 Бум. л. 6,125  
 Тираж 381 экз. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук,  
 Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников

Издатель: ООО МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
 Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди», 115093, г. Москва, Партизанский переулок, д. 1, корп. 58, стр. 3, пом. 11

# ТЕПЛО- ЭНЕРГЕТИКА

## В номере:

- Эрозионно-коррозионный износ энергетического оборудования: исследование, прогнозирование и предупреждение
- Термодинамический анализ нового цикла адсорбционного теплового насоса "Тепло из Холода"
- Исследование процесса сушки угольных шламов

# 8

# 2018

ООО МАИК «НАУКА/  
ИНТЕРПЕРИОДИКА»

## СОДЕРЖАНИЕ

Номер 8, 2018

### Металлы и вопросы прочности

Эрозионно-коррозионный износ энергетического оборудования: исследования, прогнозирование и предупреждение. Ч. 1. Процессы и закономерности эрозии-коррозии <i>Г. В. Томазов, А. А. Шитков</i>	5
Эрозионно-коррозионный износ энергетического оборудования: исследования, прогнозирование и предупреждение. Ч. 2. Прогнозирование и предупреждение общей и локальной эрозии-коррозии <i>Г. В. Томазов, А. А. Шитков, Т. И. Комиссарова</i>	17
Актуальные вопросы надежности и безопасности оборудования ТЭС <i>Е. А. Гринь, В. В. Чернышев, В. И. Бочкарев</i>	29

### Энергосбережение, новые и возобновляемые источники энергии

Термодинамический анализ нового цикла адсорбционного теплового насоса "Тепло из Холода": влияние рабочей пары на эффективность цикла <i>Н. М. Воскресенский, Б. И. Окунев, Л. Г. Гордеева</i>	39
Обзор технологий многоступенчатой газификации древесной биомассы <i>А. С. Медников</i>	47

### Паровые котлы, энергетическое топливо, горелочные устройства и вспомогательное оборудование котлов

Топки барабанных газовых котлов унифицированной серии <i>В. А. Двойнишников, В. М. Супранов, В. П. Князьков</i>	65
Исследование процесса сушки угольных шламов <i>А. А. Самов, А. Н. Тузов, М. Н. Макарушин, Н. И. Григорьева</i>	74

### Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов

Экспериментальное моделирование гидродинамики и теплообмена при пузырьковом и снарядном режимах течения газа в тяжелом жидком металле <i>Э. В. Усов, П. Д. Лобанов, А. Э. Кутлымбетов, И. Г. Кудашов, В. И. Чухно, С. И. Лежнин, Н. А. Прибатурин, О. Н. Кашицкий, А. И. Степаносов, Н. А. Мосунова</i>	82
--	----

### Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые установки и их вспомогательное оборудование

Дроссельно-регулирующий клапан для паровых турбин с большими объемами расходами рабочих сред <i>А. Е. Зарякин, И. П. Лавреев, В. В. Шаулов, М. А. Черкасов</i>	88
---	----

## Охрана окружающей среды

Исследование процесса адсорбции оксидов азота из дымовых газов котельной  
*Л. А. Николаева, А. Н. Хуснутдинов*

96

печать в набор 16.03.2018 г. Подписано к печати 13.06.2018 г. Дата выхода в свет 30.08.2018 г. Формат 60 × 88<sup>1/8</sup>  
 Офсетная печать Усл. печ. л. 12,5 Усл. кр.-отт. 4,5 тыс. Уч.-изд. л. 12,5 Бум. л. 6,25  
 Тираж 393 экз. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук,  
Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников

Издатель: ООО МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
 Отпечатано в типографии ООО «Буки Вели», 115093, г. Москва, Партийный переулок, д. 1, корп. 58, стр. 3, пом. 11

ISSN 0040-3636

# ТЕПЛО- ЭНЕРГЕТИКА

## В номере:

- **Возможности повышения экономичности и надежности паровых турбин АЭС**
- **Исследование гидродинамики и теплообмена при подъемном течении жидкого металла в канале прямоугольного сечения в компланарном магнитном поле**
- **Интегральный код ЕВКЛИД/V1 для обоснования безопасности реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем**

# 9

# 2018

ООО МАИК «НАУКА/  
ИНТЕРПЕРИОДИКА»

## СОДЕРЖАНИЕ

Номер 9, 2018

### Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые установки и их вспомогательное оборудование

Возможности повышения экономичности и надежности паровых турбин АЭС <i>Г. А. Филиппов, Е. Б. Юрчевский</i>	5
Влияние конструктивных отклонений на динамические характеристики многоопорного гибкого ротора на полном электромагнитном подвесе <i>В. Ф. Овчинников, М. Я. Николаев, В. Н. Литвинов, Н. Г. Кодошцов, И. В. Друмов</i>	14
Концептуальная схема парогазовой установки с полным улавливанием диоксида углерода из продуктов сгорания <i>А. С. Косой, Ю. А. Зейгарник, О. С. Попель, М. В. Сивкошич, С. П. Филиппов, В. Я. Штеренберг</i>	23

### Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов

Исследование гидродинамики и теплообмена при подъемном течении жидкого металла в канале прямоугольного сечения в компланарном магнитном поле <i>П. В. Костычев, Н. Г. Радуванов, В. Г. Свиридов</i>	33
Эффективный комплексный подход к анализу характеристик кольцевого ребра из функционально-градIENTного материала с учетом переменности теплофизических свойств <i>R. Ranjan, A. Mallick</i>	42

### Атомные электростанции

Интегральный код ЕВКЛИД/V1 для обоснования безопасности реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем. Часть 2: Верификация <i>В. М. Ашпченко, А. В. Болдырев, Д. П. Вепрев, Ю. А. Зейгарник, П. В. Колобаева, Е. В. Моисеевко, Н. А. Мосунова, Е. Ф. Селезнев, В. Ф. Стрижов, Э. В. Усов, С. Л. Осипов, В. С. Горбунов, Д. А. Адремов, А. А. Семченков</i>	57
Трактовка уравнений скоростей окисления металлов на АЭС и ТЭС с позиций термодинамики <i>В. Г. Крицкий, Н. Г. Березина, А. В. Гаврилов, Е. А. Моткова, Н. А. Прохоров</i>	73

### Металлы и вопросы прочности

Эрозионно-коррозионный износ энергетического оборудования: исследование, прогнозирование и предупреждение. Ч. 3. Управление эрозийно-коррозионной трубопроводов и оборудования <i>Г. В. Томаров, А. А. Шипков, Д. В. Архипов</i>	84
---	----

### Водоподготовка и водно-химический режим

Исследование структуры отложений в системах оборотного охлаждения паровых турбин ТЭС <i>Н. Д. Чичирова, С. М. Власов, А. А. Чичиров, А. А. Филимонова, А. Ю. Власова</i>	94
---	----

### Теплофикация и тепловые сети

Топливная эффективность энергоисточников в системах углеоснабжения <i>Б. А. Семенов, Е. А. Ларин</i>	103
---	-----

Сдано в набор 16.04.2018 г. Подписано к печати 09.07.2018 г. Дата выхода в свет 31.09.2018 г. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
 Offsetная печать Усл. печ. л. 14,0 Усл. кр.-отг. 5,7 тыс. Усл.-изд. л. 14,0 Бум. л. 7,0  
 Тираж 397 экз. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук,  
Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников

Издатель: ООО МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
 Отпечатано в типографии ООО «Буки Вели», 115093, г. Москва, Партизанский переулок, д. 1, корп. 58, стр. 3, пом. 11

ISSN 0040-3636

# ТЕПЛО- ЭНЕРГЕТИКА

## В номере:

- Применение конденсационных теплоутилизаторов на объектах теплоэнергетики
- Актуальные проблемы теплофизики реакторов на быстрых нейтронах
- Повышение эффективности и надежности работы геотермальных турбин

# 10 2018

ООО МАИК «НАУКА/  
ИНТЕРПЕРИОДИКА»

## СОДЕРЖАНИЕ

Номер 10, 2018

Паровые котлы, энергетическое топливо, горелочные устройства и вспомогательное оборудование котлов	
Применение конденсационных теплоутилизаторов на объектах теплоэнергетики (Обзор) <i>И. Л. Ионкин, П. В. Росляков, Б. Лушин</i>	5
Исследование аэродинамики топки котла ТПП-210А при переводе его на твердое шлакоудаление и организации вихревого сжигания топлива <i>Э. П. Волков, В. Б. Прохоров, А. М. Архипов, С. Л. Чернов, В. С. Каричков</i>	21
Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые установки и их вспомогательное оборудование	
Анализ влияния защитных пленок на внутренних поверхностях коллекторов и паропроводов ПГУ на их термонапряженное состояние <i>Ю. А. Радин, Т. С. Копторович</i>	29
Методические основы построения графиков-заданий пусков парогазовых установок с учетом накопления поврежденности <i>Ю. А. Радин, Т. С. Копторович, В. Б. Смышляев</i>	34
Сравнение и ранжирование паротурбинных установок энергоблоков ТЭС по эффективности работы <i>Э. М. Фархадзаде, А. З. Мурадалиев, Ю. З. Фархалиев, С. А. Абдуллаева</i>	41
Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов	
Верификация математической модели и численное исследование теплогидравлических параметров тепловыделяющих сборок с шаровыми микровзлами <i>Ю. В. Смородина, А. Н. Варавя, А. В. Дедов, А. Т. Комов</i>	50
Атомные электростанции	
Актуальные проблемы теплофизики реакторов на быстрых нейтронах <i>А. П. Сорокин, Ю. А. Кузина, А. А. Труфанов, А. А. Камаев, Ю. И. Орлов, В. В. Алексеев, В. А. Грабежная, Ю. И. Засорулько</i>	60
Металлы и вопросы прочности	
Повышение эффективности и надежности работы геотермальных турбин с применением системы перегрева пара вторичного вскипания <i>Г. В. Томаров, В. И. Борзенко, А. А. Шатков, Е. В. Сорокина</i>	70
Энергосбережение, новые и возобновляемые источники энергии	
Солнечное теплоснабжение: статистика мирового рынка и особенности российского опыта <i>В. А. Бутузов</i>	78

## Водоподготовка и водно-химический режим

Деаэрация воды в системах водяного охлаждения обмотки статора турбогенератора с водородно-водяным охлаждением  
*Г. В. Лебуховский, Ю. Е. Барочкин, В. П. Жуков, В. Н. Виноградов, И. А. Шатова* 89

## Теплофикация и тепловые сети

Разработка методики расчета узловых цен тепловой энергии на базе моделирования теплогидравлических режимов систем теплоснабжения для решения задач управления и оптимизации  
*З. И. Шагашинова* 96

## Охрана окружающей среды

Определение минимально допустимого расхода воды на разбавление сточных вод перед их сбросом с учетом суммарного действия вредных веществ  
*А. К. Соколов* 109

Слано в набор 16.05.2018 г. Подписано к печати 04.08.2018 г. Дата выхода в свет 31.10.2018 г. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
 Усл. печ. л. 12,25 Тираж 399 экз. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук,  
Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников

Издатель: ООО МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
 Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди», 115093, г. Москва, Партийный переулок, д. 1, корп. 58, стр. 3, пом. 11

ISSN 0040-3636

# ТЕПЛО- ЭНЕРГЕТИКА

В номере:

- *ТЭЦ в России: необходимость технологического обновления*
- *Проблемы развития автономных когенерационных энергетических комплексов на основе микрогидроэнергетики*
- *Результаты исследования последовательного двухступенчатого горения в малоэмиссионных камерах сгорания ГТУ*

# 11 2018

ООО МАИК «НАУКА/  
ИНТЕРПЕРИОДИКА»

## СОДЕРЖАНИЕ

Номер 11, 2018

### Общие вопросы энергетики

ТЭЦ в России: необходимость технологического обновления  
*С. П. Филипов, М. Д. Дильман* 5

### Энергосбережение, новые и возобновляемые источники энергии

Бестопливная тригенерационная установка на станциях технологического уменьшения давления транспортируемого природного газа  
*А. В. Клименко, В. С. Асабабов, П. И. Борисова, С. Н. Петин, А. В. Корягин* 23

Проблемы развития автономных когенерационных энергетических комплексов на основе микрогидроэнергетики  
*А. В. Волков, А. В. Рыженков, А. Г. Парыгин, А. В. Назмов, А. А. Дружинин, А. А. Вахизиев, J. Soukal, M. Sedlář, M. Komárek, F. Pochytý, P. Rudolf, S. Fialová* 32

### Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые установки и их вспомогательное оборудование

Результаты исследования последовательного двухступенчатого горения в малоэмиссионных камерах сгорания газотурбинных установок  
*Л. А. Бульцова, А. Л. Берне, В. Д. Васильев, М. И. Гутник, М. М. Гутник* 40

### Паровые котлы, энергетическое топливо, горелочные устройства и вспомогательное оборудование котлов

Влияние структуры пылесистемы на ее производительность  
*С. И. Шувалов, А. А. Веренин, О. А. Ворошилов* 54

### Охрана окружающей среды

Разработка экологически безопасного процесса обезвреживания медицинских отходов на основе пиролиза  
*Н. А. Зройчиков, С. А. Фадеев, П. П. Безруких* 62

Влияние региональных климатических факторов на снижение уровня шума от энергетического оборудования  
*В. Б. Тупов, А. А. Тараторин, В. С. Скворцов* 72

### Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов

Расчетное сопоставление эффективности применения различных теплоносителей для панельных холодильников-излучателей космических аппаратов  
*И. И. Волков, Л. И. Волкова, А. Л. Григорьев, Д. И. Ильмов, А. В. Каревский, Ю. Н. Мамонтов, В. В. Миронов, В. В. Соболев, Н. И. Филатов* 78

### Водоподготовка и водно-химический режим

Анализ поведения соединений цинка в условиях I контура на АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами  
*И. Л. Харитонова, В. Ф. Тяпков* 87

Измерение pH в условиях сверхкритической среды конденсата и питательной воды энергоблоков  
*А. Б. Ларин, Б. М. Ларин, А. Я. Сорокина, С. В. Куест* 97

Сдано в набор 15.06.2018 г. Подписано к печати 03.09.2018 г. Дата выхода в свет 31.11.2018 г. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>4</sub>  
 Offsetная печать Тираж 406 экз. Цена свободная Усл. печ. л. 12.75

Учредители: Российская академия наук,  
 Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников

Издатель: ООО МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
 Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди», 115093, г. Москва, Партийный переулок, д. 1, корп. 58, стр. 3, пом. 11

ISSN 0040-3636

# ТЕПЛО- ЭНЕРГЕТИКА

В номере:

- Энергоустановки на основе топливных элементов
- Модель движения эрозивно-опасных капель в межлопаточных каналах паровых турбин
- Конденсация пара из движущейся парогазовой смеси

# 12 2018

ООО МАИК «НАУКА/  
ИНТЕРПЕРИОДИКА»

## СОДЕРЖАНИЕ

Номер 12, 2018

*С Днем энергетика, дорогие читатели!*

### Энергосбережение, новые и возобновляемые источники энергии

Энергоустановки на основе топливных элементов: современное состояние и перспективы  
*О. С. Попель, А. Б. Тарасенко, С. П. Фазитов* 5

### Паровые котлы, энергетическое топливо, горелочные устройства и вспомогательное оборудование котлов

Современное состояние и актуальные задачи исследований процессов первичной фрагментации частиц твердого топлива применительно к сжиганию и газификации биомассы в псевдоожиженном и плотном слое (обзор)  
*Д. С. Латуги, Г. А. Рабов* 24

### Паротурбинные, газотурбинные, парогазовые установки и их вспомогательное оборудование

Модель движения эрозивно-опасных капель в межлопаточных каналах паровых турбин  
*В. А. Тищенко, Р. А. Алексеев, И. Ю. Гатризов* 35

Экспериментальные исследования сотовых уплотнений с волнообразными гребнями на роторе  
*С. С. Дмитриев, Б. И. Петрушин, М. Э. А. Э. Ахмед* 45

Исследование технической и экономической целесообразности работы ПГУ-450 в режимах ГТУ-ТЭЦ  
*Э. К. Архелзин, А. В. Андрюшин, С. Ю. Бурцев, К. А. Андрюшин* 53

### Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов

Исследование теплообмена жидкого металла в прямоугольном вертикальном канале в компланарном магнитном поле применительно к системе охлаждения реактора-токамака  
*И. А. Беляев, И. А. Мельников, Н. Ю. Пятишницкая, Н. Г. Разуванов, Е. В. Свиридов* 65

Конденсация пара из движущейся парогазовой смеси  
*О. О. Мильман, В. С. Крылов, А. В. Пташкин, А. В. Кондратьев, Г. Г. Янсков* 71

### Водоподготовка и водно-химический режим

Возможность проведения на ТЭЦ электромембранной обработки сетевой воды для ее умягчения  
*В. Г. Михайленко, А. В. Антонов, О. И. Лукьянова, Т. А. Березка* 78

### Охрана окружающей среды

Разработки в области газозащитных трактов и охраны окружающей среды от вредных выбросов ТЭС в рамках научной школы, созданной Л.А. Рихтером [к 100-летию со дня рождения Л.А. Рихтера]

*В. Б. Прохоров, С. Л. Чернов, Б. Г. Туляйбаев* 84

Поправка 92

Сдано в набор 17.07.2018 г. Подписано к печати 09.10.2018 г. Дата выхода в свет 29.12.2018 г.  
 Формат 60 × 88<sup>1/8</sup> Объемная печать Усл. печ. л. 11,5  
 Тираж 407 экз. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук,  
 Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников

Издатель: ООО МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
 Отпечатано в типографии ООО «Буки Велл», 115093, г. Москва, Партийный переулок, д. 1, корп. 58, стр. 3, пом. 11

Казанский национальный исследовательский



технический университет им. А.Н. Туполева



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»



**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
ИМ. Н.Г. Четаева**

420111, Республика Татарстан,  
г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10

Тел./факс: (843) 238-51-10, (843) 231-16-30  
E-mail: [biblio.kstu-kai@mail.ru](mailto:biblio.kstu-kai@mail.ru)  
<http://library.kai.ru/>

