

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный технический университет»

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ**

Материалы  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
(Омск, 17 мая 2018 года)

Омск  
Издательство ОмГТУ  
2018

УДК 621.3:620.9:62-83:697

ББК 31

А43

Редакционная коллегия:

*А. В. Косых*, ректор ОмГТУ;

*В. В. Шалай*, президент ОмГТУ;

*Б. Д. Женатов*, проректор по НР ОмГТУ;

*Л. О. Штриплинг*, проректор по УМР ОмГТУ;

*А. А. Татевосян*, декан ЭНИ ОмГТУ;

*А. В. Бубнов*, зав. каф. «Электрическая техника» ОмГТУ;

*В. Н. Горюнов*, зав. каф. «Электроснабжение  
промышленных предприятий» ОмГТУ;

*А. Г. Михайлов*, зав. каф. «Теплоэнергетика» ОмГТУ;

*П. А. Батраков*, доц. каф. «Теплоэнергетика» ОмГТУ (отв. редактор)

**Актуальные вопросы энергетики** : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Омск, 17 мая 2018 г.) / Минобрнауки России, ОмГТУ ; [редкол. : П. А. Батраков (отв. ред.) и др.]. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018. – 400 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-2629-6

Представлены результаты выполненных в вузах научно-исследовательских, опытно-конструкторских и внедренческих работ, отражающие проблемы энергоэффективности, генерации, трансформации и потребления электрической энергии, построения теплоэнергетических систем, электротехнических комплексов и систем.

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников, аспирантов и студентов технических вузов.

УДК 621.3:620.9:62-83:697

ББК 31

ISBN 978-5-8149-2629-6

© ОмГТУ, 2018



## СОДЕРЖАНИЕ

**Секция I. Энергетика.**

- С. А. Чепрасов, Е. Г. Зенина  
Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, Россия  
Математическая модель цифровых и электромеханических устройств релейной  
защиты, эксплуатируемых на Волжских ТЭЦ..... 14
- Д. В. Толмачев, Р. Н. Хамитов, А. С. Грицай, О. П. Шафеева, М. С. Дорошенко  
ОмГТУ, ОмГТУ, г. Омск, Россия  
Характеристика и возможности аналитических систем для построения  
прогностических моделей электропотребления предприятий..... 18
- Н. А. Кихтенко, И. А. Степашкин, А. Г. Михайлов, Е. Н. Слободина  
ОмГТУ, г. Омск, Россия  
Расчетные исследования сложного теплообмена в топке жаротрубного котла... 26
- А. М. Парамонов<sup>1</sup>, Е. М. Резанов<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ОмГТУ, г. Омск, Россия  
<sup>2</sup>ОмГУПС, г. Омск, Россия  
Влияния температуры подогрева воздуха на эффективность работы  
термического агрегата..... 30
- Е. Г. Пошеложная, О. А. Федяева, М. В. Тренихин, Э. М. Рахматулина, В. А. Захаров  
ОмГТУ, г. Омск, Россия  
Исследование химического состава фракций цепофер Омской ТЭЦ 5..... 34
- Е. М. Резанов, А. С. Попова  
ОмГУПС, г. Омск, Россия  
О выборе способа получения топлива из отходов агрокультур, для сжигания в  
котельных агрегатах малой мощности..... 37
- В. В. Сушков, С. В. Сидоров, И. С. Сухачев, А. М. Гаязов, В. Е. Кармазина  
ТИУ, г. Тюмень, Россия  
НГУ, г. Нижневартовск, Россия  
Определение места обрыва линейных проводов воздушной линии по вторичному  
напряжению трансформаторных подстанций..... 41
- И. В. Петров, Е. М. Резанов  
ООО «Сибирская проектная компания», г. Омск, Россия  
ОмГУПС, г. Омск, Россия  
Оптимизация затрат на утепления тепловой изоляцией наружных стен зданий  
при проведении капитального ремонта..... 45



|   |           |
|---|-----------|
| <u>О. А. Федяева, Е. Г. Пошелюжная, Э. М. Рахматулина, В. А. Захаров</u><br><u>ОмГТУ, г. Омск, Россия</u><br><u>Пути утилизации отходов тепловых электростанций .....</u>   | <u>49</u> |
| <u>Е. В. Приходько, А. К. Кинжибекова, А. Т. Кажобаева, М. Г. Увайсова</u><br><u>ПГУ им. С.Торайгырова, г.Павлодар, Казахстан</u><br><u>Прогнозирование срока службы энергетического оборудования по результатам</u><br><u>его обследования .....</u> | <u>52</u> |
| <u>Ш. М. Шупеева, М. К. Имангазин</u><br><u>ПГУ им. С.Торайгырова, г.Павлодар, Казахстан</u><br><u>Тепловизионный контроль как инструмент энергетического обследования</u><br><u>жилых и общественно-административных зданий .....</u>                | <u>55</u> |
| <u>Д. В. Жуков</u><br><u>АО «Омские распределительные тепловые сети», г. Омск, Россия</u><br><u>Перевод системы теплоснабжения на качественно-количественное регулирование с</u><br><u>установкой групповых ТПНС .....</u>                            | <u>59</u> |
| <u>А. К. Кинжибекова, О. В. Карпицкий</u><br><u>ПГУ им. С.Торайгырова, г.Павлодар, Казахстан,</u><br><u>Анализ энергетического обследования установки прокатки нефтяного кокса .....</u>  | <u>63</u> |
| <u>С. П. Сикорский, А. В. Дед, П. С. Смирнов</u><br><u>ОмГТУ, г. Омск, Россия</u><br><u>К вопросу о создании многоканального анализатора качества электроэнергии .....</u>  | <u>68</u> |
| <u>А. В. Бондаренко, А. В. Стрижиченко</u><br><u>Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, Россия</u><br><u>Влияние теплового состояния грунта на работу теплонаносной системы при</u><br><u>многолетней эксплуатации .....</u>                                | <u>75</u> |
| <u>Е. В. Безфамильная, И. А. Кабанова</u><br><u>Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия</u><br><u>Рециркуляция в системах вентиляции и кондиционирования воздуха .....</u>   | <u>79</u> |
| <u>С. А. Тугульбаев, А. В. Варганова</u><br><u>МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, Россия</u><br><u>Влияние соединительных муфт на потери электрической энергии в кабельных</u><br><u>линиях .....</u>   | <u>83</u> |
| <u>А. А. Колесников</u><br><u>Филиал «СамГТУ» в г. Сызрани, Россия</u><br><u>Нечеткий регулятор для управляемой плавки отложений на воздушных линиях</u><br><u>электропередач .....</u>   | <u>87</u> |



УДК 620.97

## АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УСТАНОВКИ ПРОКАЛКИ НЕФТЯНОГО КОКСА

А. К. Кинжибекова, О. В. Карпицкий

*Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова, г.Павлодар,  
Казахстан*

**Аннотация** – Повышение энергетической эффективности может внести огромный вклад в развитие промышленности страны путем снижения энергоемкости экономики. Целью работы является выявление возможных резервов экономии энергетических ресурсов на установке прокалки нефтяного кокса. Рассматриваются баланс энергоресурсов, существующие мероприятия в области энергосбережения и специфика технологического процесса, а также анализируются результаты инструментального обследования объекта. Задачи исследования: 1. Исследование с системы энергоснабжения; 2. Проведение инструментального обследования; 3. Анализ результатов обследования. Методы исследования: инструментальное исследование, аналитика и расчет.

**Ключевые слова** – энергетический аудит, утилизация тепла дымовых газов, энергоэффективность.

### I. ВВЕДЕНИЕ

Исчерпаемость природных запасов энергоносителей делают проблему повышения энергоэффективности актуальной [1]. Особенностью процессов переработки углеводородного сырья является несовершенство технологических процессов. Около 36% энергии, поступающей на предприятие, уходит с охлаждающей водой или воздухом, до 16% вместе с дымовыми газами - в атмосферу, 12-14% энергии рассеивается в окружающую среду от горячих поверхностей оборудования.

Кроме того, перед предприятиями отрасли стоит ряд других вопросов: высокая энергоемкость продукции, недостаточная эффективность генерации, транспортировки и распределения энергоресурсов и низкая надежность энергоснабжения; чрезмерная энергоемкость морально и физически устаревшего технологического оборудования [2].

### II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Завод по производству прокаленного нефтяного кокса имеет проектную мощность – 205 000 тонн прокаленного кокса в год. Технология завода состоит из трех частей: 1) прокалка кокса; 2) технология утилизации тепла дымовых газов; 3) технология очистки дымовых газов. С целью выявления возможных резервов экономии энергетических ресурсов необходимо провести анализ баланса, энергоемкости продукции, а также соответствующего инструментального обследования.

Задачи: 1) исследование технологического процесса и систем энергоснабжения; 2) исследование существующего положения в области энергосбережения; 3) проведение инструментального обследования объекта; 4) анализ результатов обследования.

### III. ТЕОРИЯ

Кокс прокаливается в трубчатой вращающейся печи с целью удаления влаги и летучих компонентов для улучшения качественных показателей: повышения плотности и механической прочности. Нагретый до 1200-1350 °С кокс поступает в водоохлаждаемый холодильник, где охлаждается до температуры 70-100 °С [3]. Часть



кокса и выделяющихся горючих веществ сжигаются в дожигателе. Высокопотенциальное тепло дымовых газов утилизируется в котле-утилизаторе с получением пара среднего давления с температурой 400 °С [4, 5]. Большая часть пара используется для выработки электроэнергии в турбинном отделении (Рис.1). В балансе расходов доля расходов на мазут составляет 70 %, электроэнергию – 20 % (Рис.2).



Рис.1. Схема технологического процесса



Рис.2. Баланс расходов на приобретение энергоресурсов

Анализ существующего положения объекта в области энергосбережения и энергоэффективности показал, что на предприятии реализованы следующие мероприятия: 1) утилизация тепла дымовых газов на собственные нужды предприятия в виде пара и электроэнергии; 2) контроль подпиточной воды во избежание перерасхода, сбор конденсата; 3) переработка сточных вод от производственной и бытовой деятельности; 4) стеновые ограждения и крыши зданий предприятия выполнены из панелей типа «Сэндвич», двери и окна зданий выполнены из пластикового профиля; 5) автоматические установки компенсации реактивной мощности в 4 трансформаторных подстанциях 6/0,4 кВ; 6) применение преобразователей частоты типа ACS800 для вентиляторов и насосов; 7) выбор энергоэффективного высоковольтного оборудования: сухие трансформаторы SC(F) 11, вакуумные выключатели в комплектных распределительных устройствах; 8) освещение производственных помещений – светильники с натриевыми лампами.

#### IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

В разделе представлены некоторые результаты инструментального обследования объекта: замеров уровня освещенности в помещениях; замеров параметров микроклимата в помещениях; тепловизионного обследования ограждающих конструкций зданий и сооружений, а также технологического оборудования. Замеры освещенности и температурно-влажностного режима выполнялись с помощью прибора «ТКА-ПКМ». Результаты замеров в некоторых помещениях представлены в таблицах I и II.

ТАБЛИЦА I  
ДАННЫЕ ПО ЗАМЕРАМ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ

| № п/п                                   | Место проведения измерений | Плоскость измерения | Число контрольных точек | Освещенность (люкс) |                     |
|---|----------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
|   |                            |                     |                         | Измеренная средняя  | Нормируемая средняя |
| Станция обессоливания воды (302 объект) |                            |                     |                         |                     |                     |
| 1                                       | Операторная                | Г-0,8               | 4                       | 300                 | 300                 |
| 2                                       | Фильтрозал                 | Г-0,8               | 9                       | 440                 | 400                 |
| 3                                       | Помещение резервуаров      | Г-0,8               | 9                       | 185                 | 400                 |
| 4                                       | Дозирование фосфатов       | Г-0,8               | 4                       | 325                 | 400                 |
| 5                                       | Помещение РОУ              | Г-0,8               | 4                       | 190                 | 400                 |

ТАБЛИЦА II  
ДАННЫЕ ПО ЗАМЕРАМ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

| № п/п                                   | Место проведения измерений | Категория тяжести работ | Температура, °С |                |      |         | Влажность, % |         |
|---|----------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|------|---------|--------------|---------|
|   |                            |                         | $t_{ва}^{**}$   | $t_{тп}^{***}$ | t    | Оптим.* | RH           | Оптим.* |
| Станция обессоливания воды (302 объект) |                            |                         |                 |                |      |         |              |         |
| 1                                       | Операторная                | Легкая Ia               | 7,6             | -2,4           | 14,5 | 24      | 29           | 60      |
| 2                                       | Фильтрозал                 | Средняя IIa             | 10,1            | 2,9            | 16,3 | 20      | 40,9         | 60      |
| 3                                       | Помещение резервуаров      | Средняя IIa             | 9               | 2,7            | 11,6 | 20      | 56           | 60      |
| 4                                       | Дозирование фосфатов       | Средняя IIa             | 17,8            | 11             | 27   | 20      | 36,8         | 60      |
| 5                                       | Помещение РОУ              | Средняя IIa             | 15,7            | 1,8            | 29   | 20      | 16,5         | 60      |

\*Указаны верхние пределы оптимальных значений параметров микроклимата; \*\* $t_{ва}$  – температура влажного термометра; \*\*\* $t_{тп}$  – температура точки росы

При тепловизионном обследовании были обнаружены многочисленные дефекты при монтаже и в процессе эксплуатации (Рис. 3, 4, 5).

## V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из 163 обследованных помещений предприятия в 50 помещениях выявилось пониженное освещение, в 113 – повышенное освещение [6]. При измерении температурно-влажностного режима в 19 помещениях температура оказалась ниже оптимально-допустимого значения, в 115 – выше оптимального значения. Влажность в 7 помещениях превышала оптимально-допустимое значение.

Наблюдается промерзание наружных стен и стыков стен с крышей большинства зданий и сооружений предприятия, что говорит о наличии тепловых потерь. В местах примыкания наружных входных дверей зданий, ворот цехов к стенам по периметру имеется интенсивная инфильтрация наружного воздуха и значительные потери тепла.

На котле-утилизаторе №1 обнаружено ухудшение теплозащитных свойств обмуровки. Средняя температура поверхности котла составила 68°С, в районе нижнего пояса достигла 123°С. Причиной может быть несоответствующий температурно-влажностный режим в помещениях, либо неправильные закладываемые материалы для ограждающих конструкций при разработке проектно-сметной документации и неправильный монтаж конструкций при строительстве [7]. Были обнаружены присосы и утечки в дымоходах, газоходах на обоих котлах-утилизаторах.

## VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного обследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Пониженное освещение приводит к ухудшению здоровья, повышенное освещение – к перерасходу электрической энергии. Сравнение результатов измерения

освещенности с нормативными значениями показало, что в 30,6 % помещениях освещение ниже нормативного, а в 69,2% соответственно выше нормативного значения освещенности в 400люкс.

2. Температурно-влажностный режим помещений влияет на экономию энергоресурсов и долговечность конструкций ограждений. Анализ внутреннего микроклимата показал, что в 11,5% помещений температура ниже нормируемой, в 70,5% - выше установленных температурных норм, равных от 18 до 24 °С в зависимости от назначения помещения. Влажность в 4,2% помещений превышает оптимально-допустимое значение 40-60%.

3. Несоблюдение утвержденных норм, применение некачественных материалов и низкое качество монтажных работ приводят к повышению температуры поверхности котлов-утилизаторов (средняя температура составила 63 °С при норме 45 °С).

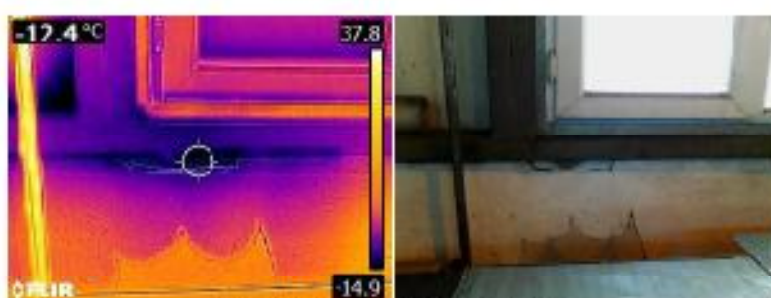


Рис.3. Ремонтные мастерские

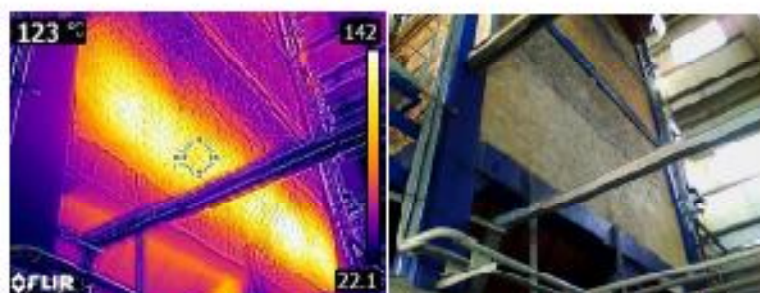


Рис.4. Нижний обмуровочный пояс котла утилизатора №1

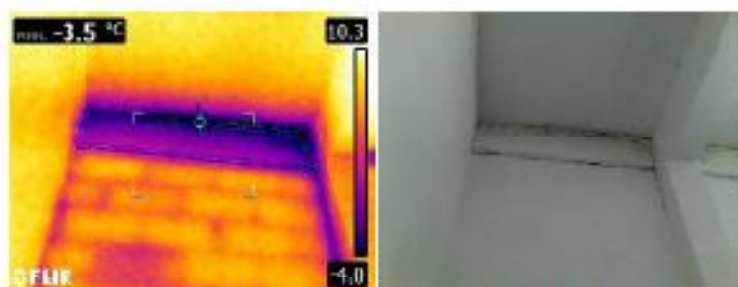


Рис.5. Помещение очистки сточных вод (407 объект)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Злобин А.А., Курятов В.Н., Романов Г.А. Потенциал энергосбережения и его реализации // Энергоназор и энергоэффективность. 2003. № 3. С 76-81.
- [2] Колесников А.И., Михайлов С.А. Энергоресурсосбережение – М., 2006. -193с.
- [3] Сюняев З.И. Производство, облагораживание и применение нефтяного кокса.– М.: Химия, 1973. – 295 с.
- [4] Сериков Э.А. Теплоэнергетические системы и энергопользование в промышленном технологическом производстве – Алматы: Эверо, 2007. - 259 с.
- [5] Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии/под ред. А.В.Клименко –М.:МЭИ,2011.