

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Материалы  
Национальной с международным участием  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов, учёных и специалистов*

*(20-22 декабря 2022 года)*

В 2-х томах

Том I

Тюмень  
ТИУ  
2022

УДК 004, 62, 69

ББК 3

Э 65

**Ответственный редактор:**

кандидат технических наук, доцент А. Н. Халин

**Редакционная коллегия:**

Т. В. Мальцева, Р. Ю. Некрасов, О. А. Степанов, А. Л. Савченков,  
Н. А. Литвинова, Г. А. Хмара, Ф. А. Лосев, Е. И. Попов

Э 65 **Энергосбережение и инновационные технологии** в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов (20-22 декабря 2022 г.). В 2-х т. Т. 1 / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2022. – 306 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9961-3026-9 (общ.)

ISBN 978-5-9961-3027-6 (т. 1)

В издании опубликованы статьи и доклады, представленные на Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, в которых изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов. В сборник вошли материалы работы секций: «Архитектура и строительство», «Машиностроительное производство», «Теплоэнергетика», «Химическое производство».

Издание предназначено для научных, социально-гуманитарных и инженерно-технических работников, а также обучающихся технических и гуманитарных вузов.

УДК 004, 62, 69

ББК 3

ISBN 978-5-9961-3026-9 (общ.)

ISBN 978-5-9961-3027-6 (т. 1)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», 2022

Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2015. - №14. – С. 100-108.

4. Докучаева С. А. Выбор источника теплоснабжения для вновь построенных зданий по ул. дорожная Чкаловского района г. Екатеринбурга / С. А. Докучаева, Т. Б. Жиргалова. - Текст: непосредственный // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере : материалы Международной научно-технической конференции. – Челябинск, 2018. – Т.6. – С. 88-90.

5. Мелькумов В. Н. Критерии оптимальности и условия сравнения проектных решений систем теплоснабжения / В. Н. Мелькумов, К. А. Складов, С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина. – Текст : непосредственный // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2017. - № 4 (48). – С. 29-37.

6. Каширин М. А. Выбор оптимальной трассы тепловых сетей предприятия / М. А. Каширин, Д. Н. Китаев. – Текст : непосредственный // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. - № 2 (11). – С. 9-12.

7. Влияние температурного графика тепловой сети на материальную характеристику / Е. А. Лобова, О. Ю. Ильин, А. Г. Ляхнович, Д. Е. Чебуланкин. - Текст: непосредственный // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2020. - № 1. – 198-203.

УДК 66.045.53

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ОРОШЕНИЯ НА ОХЛАЖДАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРАДИРНИ С РЕГУЛЯРНЫМИ НАСАДКАМИ**

Лаптева Е. А., канд. техн. наук, доцент, grivka100@mail.ru

Власова М. А., магистрант, vlasovarita1999@gmail.com

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

**Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментального исследования влияния степени орошения на охлаждающую способность мини-градирни. В качестве интенсификатора тепло- и массообмена была установлена регулярная насадка – гофрированные трубы.

**Ключевые слова.** Мини-градирня, теплообмен, массообмен, охлаждение воды, степень орошения, регулярные насадки.

Для отведения низкопотенциального тепла в промышленности используют наиболее доступный хладагент – воду, а охлаждение самой оборотной воды осуществляется на градирнях [1].

Поверхность воды, требуемая для охлаждения путем контакта с воздухом, создается в градирнях в результате разбрызгивания воды соплами [2]. Самый важный узел градирни – это насадка. Тепло и массообменные свойства контактного устройства (насадки), наряду с аэродинамическими свойствами определяют, в основном, эффективность градирни [3].

Экспериментальные данные были получены на научно-исследовательском стенде градирня. При проведении эксперимента использовались регулярные насадки в виде гофрированных труб, которые устанавливаются на поддерживающей опорной решетке. Схема регулярной насадки из гофрированных труб представлена на Рис. 1.

Внутри цилиндрической колонны размещены 10 гофрированных труб, являющихся регулярной насадкой, высотой 1 м. Дискретная шероховатость поверхности труб выполняется в форме отдельных точечных выступов, расположенных поперечно к потоку вдоль периметра поперечного сечения канала, с использованием данных труб повышается интенсивность тепло – и массообмена.

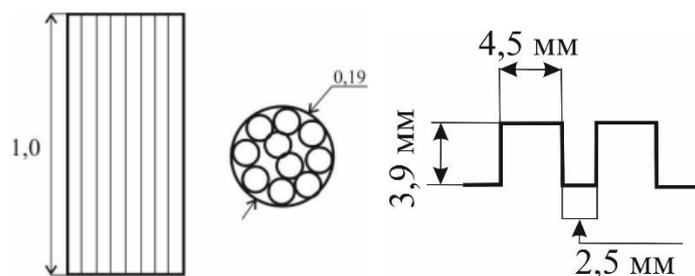


Рис. 1. Схема трубчатой регулярной насадки с дискретной шероховатостью в виде прямоугольных выступов

В процессе исследования изменяли параметры подаваемого воздуха, для анализа изменения расчетных параметров, эксперимент проводился при различных скоростях воздуха в колонне: 0,5-1,8 м/с. Рассчитывались такие параметры как эффективность по воде и по газу. Плотность орошения  $q_{ж}$  устанавливали 5,3-19,4 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>ч.

Эффективность по воде рассчитывается по выражению:

$$E_{ж} = \frac{t_{н} - t_{к}}{t_{н} - t_{м.т.н}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $t_{н}$  – температура воды на входе в градирню, °С;  $t_{к}$  – температура воды на выходе из градирни, °С;  $t_{м.т.н}$  – температура мокрого термометра на входе в градирню, °С.

Эффективность по газу:

$$E_{г} = \frac{I_{н} - I_{к}}{I_{н} - I_{гр.н}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $I_H$  – энтальпия воздуха на входе, Дж/кг. сух. возд.;  $I_K$  – энтальпия воздуха на выходе, Дж/кг. сух. возд.;  $I_{гр.н}$  – энтальпия воздуха при температуре  $t_n$  на границе раздела фаз, Дж/кг.

Были получены графики зависимости показателей, которые представлены на Рис. 2-3.

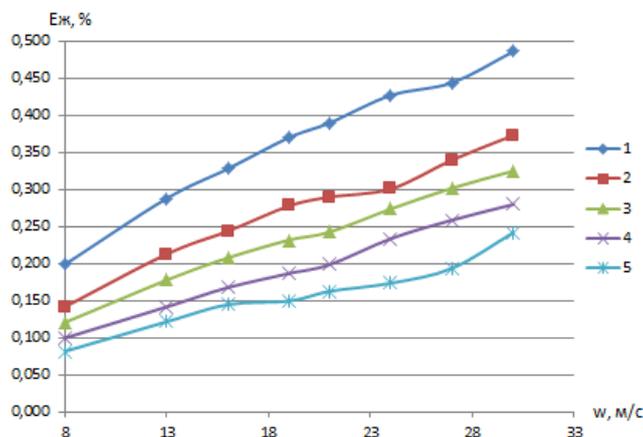


Рис. 2. График зависимости эффективности воды от скорости воздуха в колонне: 1 – плотность орошения  $q_{ж} = 5,3 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 2 -  $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 3 -  $q_{ж} = 12,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 4 -  $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 5 -  $q_{ж} = 19,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ .

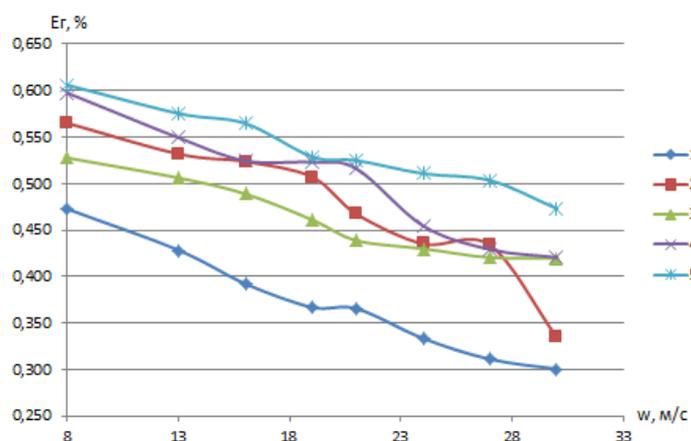


Рис. 3. График зависимости эффективности газа от скорости воздуха в колонне: 1 – плотность орошения  $q_{ж} = 19,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 2 -  $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 3 -  $q_{ж} = 12,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 4 -  $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , 5 -  $q_{ж} = 5,3 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ .

Исследования показали, что с увеличением скорости газа в колонне тепловая эффективность мини-градирни растет, а с увеличением плотности орошения – снижается. Наиболее эффективное охлаждение воды при плотности орошения  $q_{ж} = 5,3 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ , а по газу -  $q_{ж} = 19,4 \text{ м}^2/\text{м}^3\text{ч}$ . Использование регулярной гофрированной насадки приводит к интенсификации

фикации массоотдачи, увеличению площади контакта фаз, что способствует более эффективному процессу охлаждения.

*Исследование выполнено в рамках научного проекта РНФ 18-79-101-36*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности тепломассообменных процессов в водооборотных циклах промышленных предприятий / С. П. Иванов, И. Г. Ибрагимов, К. Е. Бондарь, О. С. Иванов. – Текст: непосредственный // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2014. – № 12. – С. 31–34.

2. Пушнов А. С. Компоновка оросителя градирни с учетом неравномерности поля скоростей воздушного потока / А. С. Пушнов, А. С. Рябушенко. – Текст: непосредственный // Теплоэнергетика. – 2016. – №7. – С. 74-79.

3. Лаптева Е. А. Эффективность охлаждения оборотной жидкости в мини градирнях / Е. А. Лаптева, Г. К. Шагиева. – Текст: непосредственный // Вопросы технических наук в свете современных исследований. – 2017. - №3. – С. 84-90.

УДК 65.011.46

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОВОГО КОТЛА

Лёвин И. П., мастер произв. обучения, levin1510ivan@gmail.com

Виденеев А. О., обучающийся

Середа Д. А., обучающийся

Целищев А. Д., обучающийся

г. Муравленко, Муравленковский многопрофильный колледж

**Аннотация.** В настоящей статье рассматриваются вопросы, связанные с модернизацией и импортозамещением соответствующего оборудования системы управления газомазутных агрегатов тепловодоснабжения. Уникальность разработанной системы управления заключается в том, что она позволит заменить существующие громоздкие шкафы управления на компактный современный аналог, сократить трудозатраты на техническое обслуживание шкафа, перевести управление установкой газомазутного котла в автоматический режим.

**Ключевые слова:** модернизация, управление, агрегаты тепловодоснабжения, надежность

Любая котельная – сложная инженерная коммуникация, состоящая из большого количества элементов, и тесно связанная с другими системами теплоснабжения. Основными параметрами котельной является надежность автоматики технического контроля и управления, обеспечение стабильной работы и требований техники безопасности.

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11
----------------	---

Научное издание

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

Материалы  
Национальной с международным участием  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов, учёных и специалистов  
(20-22 декабря 2022 года)  
В 2-х томах  
Том I

*В авторской редакции*

Подписано в печать 16.12.2022. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 19,12.  
Тираж 500 экз. Заказ № 2540.

Библиотечно-издательский комплекс  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Тюменский индустриальный университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.