

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Правительство Саратовской области  
Саратовский научный центр РАН  
**Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.**

# **ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

*Материалы*

*XV Международной научно-технической конференции  
«Совершенствование энергетических систем  
и теплоэнергетических комплексов»*

**6-9 октября 2020 г.  
г. Саратов**

**Выпуск 10**

**Саратов 2020**

УДК 620.9  
ББК 65.305.14  
П 78

**П 78 Проблемы совершенствования топливно-энергетического комплекса:**  
сб. науч. тр. Вып. 10. Совершенствование энергетических систем и тепло-  
энергетических комплексов: материалы XV Международной научно-  
технической конференции. Саратов, 6-9 октября 2020 г. – Саратов: Сарат.  
гос. техн. ун-т, 2020. – 160 с.  
ISBN 978-5-7433-3335-6

В сборнике представлены материалы XV Международной научно-технической конференции «Совершенствование энергетических систем и теплоэнергетических комплексов», а также результаты научных исследований основных проблем развития и функционирования энергетических систем и теплоэнергетических комплексов. Рассматриваются вопросы математического моделирования, оптимизации схем и параметров, эксплуатации, повышения эффективности и надежности теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения промышленных комплексов и городов.

Для научных, инженерных работников, аспирантов и студентов.

Редакционная коллегия:

Р.З. Аминов, доктор технических наук (отв. редактор),  
Е.А. Ларин, кандидат технических наук (зам. отв. редактора),  
О.Ю. Кулешов, доктор технических наук,  
Ю.Е. Николаев, доктор технических наук,  
Б.А. Семёнов, доктор технических наук,  
В.А. Хрусталёв, доктор технических наук,  
Н.Д. Шишкин, доктор технических наук,  
А.Н. Байрамов, кандидат технических наук,  
А.Н. Егоров, кандидат технических наук,  
А.Н. Мракин, кандидат технических наук,  
С.В. Новичков, кандидат технических наук,  
В.Н. Осипов, кандидат технических наук,  
А.А. Соколов, кандидат технических наук,  
В.Е. Юрин, кандидат технических наук,  
А.Б. Москаленко, инженер,  
М.В. Гариевский, инженер (секретарь)

Одобрено  
редакционно-издательским советом  
Саратовского государственного технического университета  
имени Гагарина Ю.А.

Сборник зарегистрирован в системе РИНЦ на платформе eLIBRARY.RU

Фото на обложке: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/aktualno/556480-tek-rossii-v-xxi-veke-kakim-on-budet/>

ISBN 978-5-7433-3335-6

© СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2020  
© Саратовский научный центр РАН, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Основные вопросы научно обоснованной технико-экономической политики развития электроэнергетики и способы их решения <i>Рогалев Н.Д., Молодюк В.В., Перминов Э.М.</i> .....	5
К вопросу о перспективах развития возобновляемой энергетики <i>Перминов Э.М.</i> .....	19
Влияние многослойных пленок с низкой теплопроводностью на термонапряженное состояние коллекторов и паропроводов при пусках ПГУ <i>Радин Ю.А., Конторович Т.С.</i> .....	37
Варианты повышения эффективности использования растительной биомассы в энергетических целях <i>Астафьев А.В., Прохвятилов Е.А., Гайдабрус М.А., Табакаев Р.Б.</i> .....	40
Разработка экспериментальной установки для очистки воды холодного водоснабжения до питьевого качества <i>Гареева К.А., Иванова У.В., Власов С.М.</i> .....	45
Эффективность работы конденсационных устройств энергоблоков ВВЭР-1000 <i>Емельянов П.В., Ларин Е.А.</i> .....	48
Обучение оперативного персонала ГЭС на основе модели системы группового регулирования активной мощности <i>Захарченко В.Е.</i> .....	52
Исследование совместного сжигания отходов мукомольного производства и торфа <i>Ибраева К.Т., Шутова Е.В., Кан В.В., Табакаев Р.Б.</i> .....	58
Разработка алгоритма эффективного управления на базе ПЛК TM171PDM27S Schneider Electric <i>Иванова В.Р., Иванов И.Ю.</i> .....	64
Разработка алгоритма эффективного управления систем электрооборудования биогазовых установок <i>Иванова В.Р., Рудаков А.И., Денисова А.Р., Семенов Д.Г.</i> .....	69
Выбор рациональной мощности ВЭУ в составе автономного энергокомплекса <i>Игнатов В.Ю., Вдовенко И.А., Николаев Ю.Е.</i> .....	81
Сравнительный анализ вариантов схем энергокомплекса на основе ГТУ и ВЭУ <i>Игнатов В.Ю., Вдовенко И.А., Николаев Ю.Е.</i> .....	88

## РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДО ПИТЬЕВОГО КАЧЕСТВА

Гареева К.А., Иванова У.В., Власов С.М.

karinagareeva1997@yandex.ru, ivanovauliana7@gmail.com, vlasovsm@list.ru

**Казанский государственный энергетический университет  
г. Казань, Россия**

*В данной статье описан метод очистки воды с системы холодного водоснабжения до питьевого качества многоквартирного жилого дома. Приведены примеры реализации системы очистки воды до питьевого качества для бытовых условий, рассмотрены качества водопроводной воды города Казани (поверхностных и подземных источников). Авторами статьи разработана лабораторная экспериментальная установка очистки воды холодного водоснабжения до питьевого качества многоквартирного жилого дома. Данная установка позволяет проводить исследования по очистке воды тремя технологиями (механическая фильтрация, ионный обмен, мембранный метод).*

**Ключевые слова:** питьевая вода, очистка, жилищно-коммунальные хозяйства, многоквартирный жилой дом, экспериментальная установка.

Источниками холодного водоснабжения (ХВС) городов в РФ являются поверхностные и подземные источники. Основными источниками водоснабжения городов, районов (до 70%) являются крупные реки в РФ. Основными проблемами в сфере водоснабжения и водоотведения РФ является плохое техническое состояние систем, низкое качество питьевых вод, сброс очищенных сточных вод с повышенной концентрацией. Низкая эффективность водопользования и дефицит вкладываемых средств финансирования в данный сектор. Потеря воды в водопроводных системах в РФ достигают 20%, порядка 4 млрд м<sup>3</sup> вод в год.

Износ систем водоснабжения составляет более 60%. Данная проблема для многих городов РФ является весьма актуальной. Очищенная вода после водозабора подается в многоквартирные жилые дома (МЖД) через Центральный водопровод с характеристиками, удовлетворяющими требованиям. К сожалению, в современных условиях качества воды ХВС не удовлетворяют нормам СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода [1]. До 60% населения взрослых и детей, живущих в МЖД, используют в качестве питья холодную воду без дополнительной обработки, которая пагубно может повлиять на здоровье населения.

МЖД могут использовать в качестве питья индивидуальные фильтры, бутилированную воду, но качество и соответствие СанПиНу [1] данной воды может быть неудовлетворительно. Один из методов устра-

нения вышеописанных проблем может являться переход на двухконтурную систему МЖД подачи холодного водоснабжения и питьевого водоснабжения в МЖД.

Для проработки данного проекта определяемые качества подземных и поверхностных источников ХВС для потребления в МЖД, авторами была разработана экспериментальная установка для очистки воды ХВС до питьевого качества. Данная установка состоит из трех видов наиболее перспективных систем очистки воды: механическая фильтрация, ионный обмен, мембранный метод.

Вода поступает в экспериментальную установку через полипропиленовую трубу  $d_v = 20$  мм на входе установлена регулирующая арматура (2) позволяющая изменять расход воды через установку. Перед задвижкой находится пробоотборная точка для снятия показателей качества воды из системы ХВС. Для снижения количества механических частиц более 100 мкм, ржавчины, окалина, песка, ила установлен магистральный сетчатый фильтр. Вода после него направляется на три типа установки 1 – угольная, 2 – ионная, 3 – мембранный метод.

Угольные фильтры – это сорбционные устройства, которые в первую очередь производят очистку воды от остатков хлора и хлорсодержащих веществ, а также от всевозможных органических примесей. Угольный фильтр состоит из колонны  $d_v = 50$  мм, загруженностью 0,88 кг угля. Верхняя и нижняя крышка ионообменной колонны имеет сетку-фильтр.

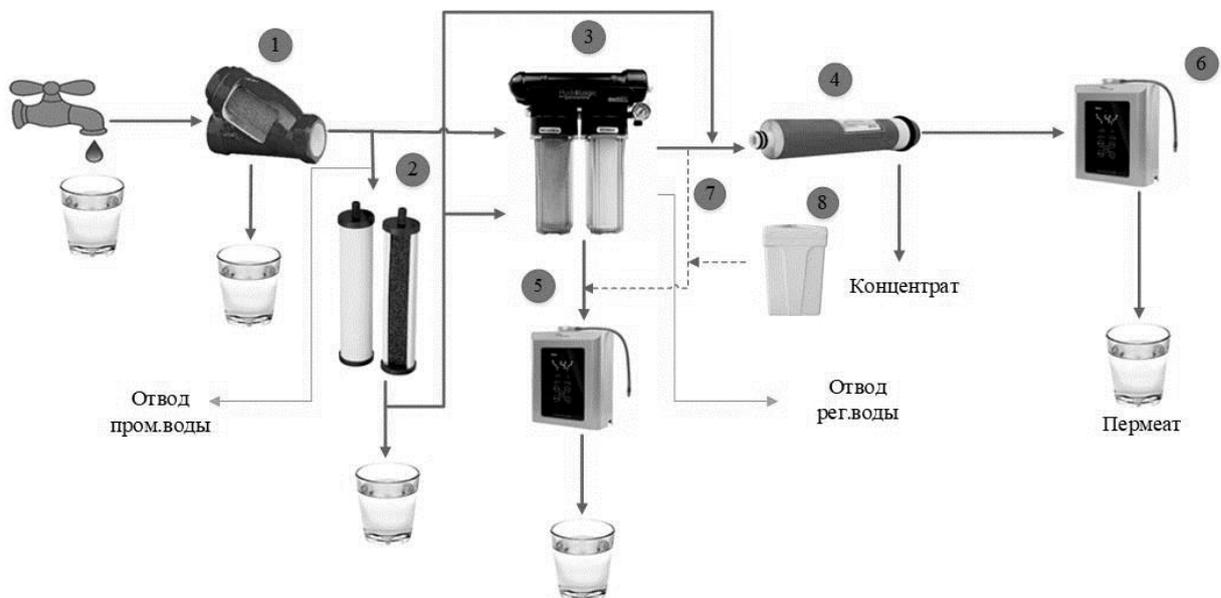


Рис. 1. Экспериментальная установка для очистки воды холодного водоснабжения до питьевого качества: 1 – сетчатый фильтр, 2 – угольный фильтр, 3 – ионный фильтр, 4 – мембранный фильтр, 5, 6 – ионизатор, 7 – линия регенерации, 8 – бак с регенерирующим раствором

Ионообменный фильтр очистки воды, заполняется ионообменной смолой, через которую проходит вода. После того как вода просачивается через нее происходит замена ионов электролитов на ионы ионитов, после чего изменяется химическая структура как самой воды, так и самого химического реагента. Установка ионного обмена и система обратного осмоса имеет линию регенерации и обратного тока.

После установки ионного обмена в связи с сильным обессоливанием исходной воды, необходимо дополнительно устанавливать ионизатор, который пропуская через себя воду, очищает и путем электролиза возвращает ей правильный щелочной состав.

Основным элементом мембранных фильтров является полупроницаемая мембрана, пропускающая кислород и воду. Все органические и неорганические вещества, размер частиц которых больше диаметра пор, остаются на поверхности этого элемента. Мембранная установка состоит из цилиндра, входными и выходными резьбовыми крышками для подачи исходной воды и выхода пермиата и концентрата.

После каждой установки имеется пробоотборная точка. Кроме того, лабораторная установка для очистки воды холодного водоснабжения до питьевого качества имеет линии рециркуляции между тремя типами установками, что позволяет повысить качество воды за счет комбинированной очистки.

Проведение лабораторных исследований позволяет определить наиболее эффективную ресурсосберегающую технологию очистки воды ХВС до питьевого качества. Результаты, полученные на лабораторной установке, позволят разработать промышленный узел для очистки воды, установленный в каждом МЖД по схеме двухконтурной системы ХВС и питьевой воды.

Целью данной экспериментальной установки является исследование более оптимального, дешевого и экономичного способа очистки воды на разных фильтрах для МЖД.

*\* Работа выполнена при финансовой государственной поддержке молодых российских ученых – докторов наук при Президенте РФ (Конкурс – МК-2020). Заявка № МК-424.2020.5.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.

2. Федеральный проект «Чистая вода». Минстрой России // <http://www.minstroyrf.ru/press/regionam-uchastnikam-federalnogo-proektachistaya-voda-budet-okazana-podderzhka-iz-federalnogo-byudzh>

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Материалы  
XV Международной научно-технической конференции  
«Совершенствование энергетических систем  
и теплоэнергетических комплексов»

6 – 9 октября 2020 г.

Выпуск 10

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка Т.В. Семёновой

Подписано в печать 14.10.2020

Формат 60×84 1/16

Бум. офсет.

Усл. печ. л. 10,0

Уч.-изд. л. 9,3

Тираж 100 экз.

Заказ 92

С 56

Саратовский государственный технический университет  
410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Тел. 99-87-39; e-mail; izdat@sstu.ru