

КВАЛИФИКАЦИОННАЯ КАРТА ОРГАНИЗАЦИИ

1. Наименование организации (полное и сокращенное): федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный энергетический университет", КГЭУ

2. Общие сведения об организации:

2.1. организационно-правовая форма (из Устава организации): 75103 (Федеральные государственные бюджетные учреждения)

2.2. форма собственности: 12 (Федеральная собственность)

2.3. ведомственная принадлежность (если таковая имеется): Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

3. Реквизиты организации:

3.1. ИНН: 1656019286

3.2. регион: Республика Татарстан (Татарстан)

3.3. адрес юридический: Красносельская, 51, Казань, Республика Татарстан (Татарстан), 420066

3.4. адрес фактический: Красносельская, 51, Казань, Республика Татарстан (Татарстан), 420066

4. Наименование темы научного исследования: Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.

5. Обеспеченность работ по научному исследованию: Организация имеет необходимое оборудование, другие материальные и технологические возможности.

6. Финансово-экономическое состояние организации на момент подачи заявки (в отношении организации не проводится процедура ликвидации, банкротства, деятельность не приостановлена, в реестре недобросовестных поставщиков сведения отсутствуют): Организация имеет положительную репутацию, исполняет обязательства по уплате налогов в бюджеты всех уровней и обязательных платежей в государственные внебюджетные фонды, является платежеспособной, не находится в процессе ликвидации, банкротства, на её имущество не наложен арест и её экономическая деятельность не приостановлена.

7. Сведения о руководителе организации:

7.1. фамилия, имя, отчество: Абдуллазянов Эдвард Юнусович

7.2. должность: Ректор

7.3. рабочий телефон: 8(843)519-43-02

7.4. адрес электронной почты: kgeu@kgeu.ru

7.5. ученая степень, ученое звание (при наличии): кандидат технических наук, доцент

СВЕДЕНИЯ О СОИСКАТЕЛЕ ГРАНТА

1. Фамилия, имя, отчество: Власова Алена Юрьевна

2. Дата рождения: 23.02.1988

3. Гражданство: Российской Федерации

4. Домашний адрес: 420124, г. Казань, ул. Четаева д.51, кв. 17

5. Мобильный телефон: +7(950)311-58-94

6. Место работы: ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет".

7. Должность: Доцент

8. Рабочий телефон: 89503115894

9. Адрес электронной почты: vlasovaay@mail.ru

10. Ученая степень и год ее присуждения: кандидат технических наук, 2018

11. Информация о дипломе (номер диплома ВАК/PhD или дата и номер приказа о выдаче диплома): КАН001876

12. Специальность: 05.14.14

13. Тема диссертации: Ресурсосберегающая технология утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов ионитных водоподготовительных установок ТЭС.

14. Краткая аннотация диссертационного исследования: Создание технологий, позволяющих минимизировать вредное воздействие на окружающую среду относится к числу важнейших научных и технологических задач. Основной проблемой водопользования на тепловых электрических станциях (ТЭС) является большой объем высокоминерализованных сточных вод с водоподготовительных установок (ВПУ). Содержание сульфатов в сточных водах ВПУ на ТЭС намного превышает существующий норматив, поэтому станции выплачивают штрафы, размеры которых могут составлять десятки миллионов рублей в год. Радикальным способом сокращения водопотребления и охраны водных объектов от загрязнения становится уменьшение потерь воды и повторное использование сточных вод в технологических циклах ТЭС. Опыт показывает, что при повторном использовании сточных вод в большинстве случаев требуется меньшая глубина очистки, а, следовательно, и меньшие затраты, чем при сбросе сточных вод в водные объекты. Поэтому работа ориентирована на утилизацию сточных вод с перспективой повторного использования в цикле станции ресурсов. В работе представлена математическая модель физико-химических процессов, протекающих в высокоминерализованных многокомпонентных, многофазных сульфатсодержащих растворах электролитов в закрытой и открытой термодинамической системах, разработана методика и модифицированная компьютерная программа расчета термодинамического состояния таких систем. С помощью моделирования удалось спрогнозировать ход химических реакций, протекающих при реакции нейтрализации. На основе полученных данных проведены экспериментальные

лабораторные исследования на модельных системах и производственных отходах ТЭС. Получены экспериментальные результаты по нейтрализации модельных многокомпонентных сульфатных растворов электролитов и производственных отходов ВПУ ТЭС кальцийсодержащими реагентами. Успешное завершение лабораторных исследований позволило разработать метод утилизации высокоминерализованных отходов различных ВПУ ТЭС РФ. И провести опытно-промышленные испытания по утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов на действующей ТЭС. По результатам испытаний предложена схема установки утилизации жидких высокоминерализованных сульфатных отходов ТЭС, а также технико-экономические расчеты и обоснование. Опытно-промышленные испытания проводились на ВПУ ОАО «ТГК-16» Нижнекамской теплоцентрали (НК ТЭЦ-1). В качестве объекта исследования выступали жидкие и твердые отходы станции.

Ценность работы заключалась в том, что полученные результаты расширяют область знаний в области химии высокоминерализованных, многокомпонентных, многофазных сульфатных систем, в частности, их поведение в зависимости от внешнего воздействия - реагентов, температуры, доступа воздуха и других. Математическая модель и компьютерная программа могут быть использованы при проектировании и расчете технологических схем и аппаратов для утилизации сточных вод ВПУ ТЭС.

Предлагаемые технологические решения позволяют сократить высокоминерализованные стоки ТЭС и содержание в них нормированных загрязняющих веществ, использовать жидкие и твердые отходы производства, сократить расход реагентов, приблизиться к созданию безотходного или малоотходного производства.

Достоверность полученных результатов работы обеспечивается использованием научно-обоснованных теорий растворов электролитов, известных подходов к математическому моделированию химических равновесий в многокомпонентных системах. В практическом плане достоверность обосновывается проверкой адекватности расчетных моделей с технологическими характеристиками растворов, а также совпадением результатов расчетов с экспериментальными данными исследований, проведенных в настоящей работе, и данными из литературных источников.

15. Ученое звание:

16. Научный задел по заявленному научному исследованию, созданный соискателем гранта за 2018-2020 годы:

16.1. Участие в научных исследованиях за 2018-2020 годы: 3 (количество)

№ п/п	Название проекта	Размер финансирования проекта (млн руб.) ¹	Источник финансирования ²	Срок выполнения проекта (начало-окончание)	Роль в проекте (руководитель проекта, участник проекта)
1	ФЦА Исследование и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020гг. Тема: Разработка энергоэффективных ресурсосберегающих систем водопользования с применением модульных электромембранных аппаратов на предприятиях большой энергетики №14.577.21.0238 от 03.10.16	32.000	бюджетные источники, в том числе из государственных фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности	2015-2020	исполнитель
2	ХД на НИОКР "Исследование, разработка и внедрение тренажера водоподготовительной установки Нижневартонской ГРЭС"	3.500	внебюджетные источники	2018-2019	исполнитель
3	ХД на НИОКР и проведение исследования по выявлению причин возникновения отклонений качества горячей воды от норматива по запаху у потребителей ООО "Теплосети" в Автозаводском районе	2.600	внебюджетные источники	2020	исполнитель

¹ Размер финансирования проекта в целом

² Государственные задания, бюджетные источники, в том числе из государственных фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности, внебюджетные источники, иностранные источники

16.2. Научные публикации за 2018-2020 годы: 9 (количество)

16.2.1. Количество публикаций по типам:

- Монографии: 1
- Учебники, учебные пособия: 1
- Статьи: 3
- Тезисы докладов: 2
- Другие публикации: 2

16.2.2. Количество публикаций, индексируемых в WoS, Scopus, ERIH, РИНЦ:

- количество публикаций, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science: 0
- количество публикаций, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus: 3
- количество публикаций, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования European Reference Index for the Humanities: 0
- количество публикаций в российских отраслевых научных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий РИНЦ: 2

16.2.3. Перечень публикаций в Web of Science:

№ п/п	Название публикации	Авторы публикации	Наименование издания	Тип публикации	ISSN издания/ ISBN издательства	Год издания	Идентификатор публикации в WoS
----------	---------------------	-------------------	----------------------	-------------------	--	----------------	-----------------------------------

16.2.4. Перечень публикаций в Scopus:

№ п/п	Название публикации	Авторы публикации	Наименование издания	Тип публикации	ISSN издания/ ISBN издательства	Год издания	Идентификатор публикации в Scopus
1	Purification of acidic highly mineralized spent regeneration solution of Novo-Salavatskaya TTP	Chichirov A.A.; Vlasova A.Y.; Vlasov S.M.; Pechenkin A.V.	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Conference Proceeding Conference Paper	17551307	2019	2-s2.0-85070251641
2	Studies on the Deposit Structure in the Cooling Systems of Steam Turbines at TPPs	Chichirova N.D.; Vlasov S.M.; Chichirov A.A.; Filimonova A.A.; Vlasova A.Y.	Thermal Engineering	Journal Article	00406015	2018	2-s2.0-85051734642
3	Development of the Technologies for Stabilization Treatment of the Water of the Recycling Cooling Systems at Thermal Power Plants	Vlasov S.M.; Chichirova N.D.; Chichirov A.A.; Vlasova A.Y.; Filimonova A.A.; Prosvirnina D.V.	Thermal Engineering	Journal Article	00406015	2018	2-s2.0-85042159325

16.2.5. Перечень других значимых публикаций, не входящих в Web of Science и Scopus:

№ п/п	Название публикации	Авторы публикации	Наименование издания	Тип публикации	ISSN издания/ ISBN издательства	Год издания	Примечание
1	Сравнительный анализ достоинств и недостатков профилированных ионообменных мембран в отличие от плоских мембран в электродиализных установках	Бабилов О.Е., Чичирова Н.Д., Власова А.Ю.	Международная молодежная научная конференция "Тинчуринские чтения-2020: Энергетика и цифровая трансформация"	Тезисы доклада		2020	

2	Изготовление профилированных ионообменных мембран, применяемых при электродиализе	Чичирова Н.Д., Бабилов О.Е., Власова А.Ю.	V Национальная научно-практическая конференция "Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве"	Тезисы доклада		2019	
3	Способы производства профилированных мембран для электродиализных установок	Чичирова Н.Д., Бабилов О.Е., Власова А.Ю.	XXIII Всероссийский аспирантско-магистерский семинар посвященный Дню энергетика	Статья		2019	

16.3. Участие соискателя гранта в конференциях и семинарах за 2018-2020 годы:

- международные: 3 (количество докладов)

№ п/п	Название мероприятия	Место и время проведения	Название доклада
1	Международный научный семинар им Ю.Н. Руденко 92-е заседание "Надежность энергоснабжения потребителей в условиях их цифровизации"	г. Казань, ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет", 21.09.2020-25.09.2020	Исследование технологической установки утилизации сточных вод после Н-катионитовых фильтров
2	XV Международной научно-технической конференции "Совершенствование энергетических систем и теплоэнергетических комплексов"	Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 06.10.2020-09.10.2020	Исследование процессов нейтрализации и очистки кислых и жестких высокоминерализованных жидких отходов ионитной водоподготовительной установки ТЭС на лабораторном стенде
3	Международный водно-энергетический форум – 2018	г. Казань, ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет", 29.10.2018-02.11.2018	Purification of acidic highly mineralized spent regeneration solutions of Novo-Salavatskaya TTP (Очистка кислых высокоминерализованных отработанных регенерационных растворов Ново-Салаватской ТЭС)

- другие: 0 (количество докладов)

№ п/п	Название мероприятия	Место и время проведения	Название доклада
-------	----------------------	--------------------------	------------------

16.4. Научно-педагогическая деятельность соискателя гранта в 2018-2020 годы:

16.4.1. Учебные курсы (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.п.), которые ведет соискатель гранта: 8 (количество курсов)

№ п/п	Наименование учебного заведения	Название курса	Форма обучения (лекция, семинар, практическое занятие, лабораторное занятие и др.)
1	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Водоснабжение и водоотведение в жилищно-коммунальном хозяйстве	лекции
2	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Водоснабжение и водоотведение в жилищно-коммунальном хозяйстве	лабораторные занятия
3	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Водоснабжение и водоотведение в жилищно-коммунальном хозяйстве	практические занятия
4	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Технологии обработки воды на ТЭС	практические занятия

5	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Технологии обработки воды на ТЭС	лабораторные занятия
6	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Энергетические машины, аппараты и установки	практические занятия
7	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Энергетические машины, аппараты и установки	лекции
8	ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"	Тепловая и ядерная энергетика	практические занятия

16.4.2. Подготовка дипломных и магистерских работ под руководством соискателя гранта: 10 (количество)

16.4.3. Подготовка диссертационных работ на соискание ученой степени под руководством соискателя гранта: 0 (количество)

№ п/п	Специальность ВАК	Количество работ	Из них защищено диссертаций
-------	-------------------	------------------	-----------------------------

16.5. Общественное признание (благодарности, грамоты, премии, медали, дипломы, почетные звания и т.п.) соискателя гранта за 2018-2020 годы: 1 (количество)

№ п/п	Название премии/награды	Кем выдана	Год получения	Достижение, за которое вручена премия/награда
1	Почетная грамота	ректор ФГБОУ ВО "КГЭУ" Абдуллазянов Э.Ю.	2018	за добросовестный труд по подготовке специалистов-энергетиков, вклад в организацию учебно-воспитательного процесса

16.6. Материалы в СМИ, в которых рассказано о результатах научного исследования соискателя гранта за 2018-2020 годы: 0 (количество)

№ п/п	Название СМИ	Выходные данные СМИ	Название публикации	Ссылка (если есть)
-------	--------------	---------------------	---------------------	--------------------

16.7. Результаты интеллектуальной деятельности соискателя гранта за 2018-2020 годы: 1 (количество)

№ п/п	Наименование объекта интеллектуальной собственности	Вид объекта	Охранный документ (патент, свидетельство о регистрации)	
			№	Дата выдачи
1	патент на изобретение	Изобретение	2691052	19.12.2018

17. Идентификационный номер на платформе Science ID³ 20288-113057

3 Для получения идентификационного номера на платформе Science ID необходимо зарегистрироваться на сайте www.scienceid.net

СВЕДЕНИЯ О СОИСПОЛНИТЕЛЕ СОИСКАТЕЛЯ ГРАНТА

- 1. Фамилия, имя, отчество:** Измайлова Алина Ринатовна
- 2. Статус соисполнителя:** студент
- 3. Дата рождения:** 10.11.1998
- 4. Место работы (учебы):** ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"
- 5. Должность (курс):** магистр, 1 год обучения
- 6. Тема диплома:** Исследование возможности получения водорода на атомных станциях
- 7. Адрес электронной почты:** zmailik10@yandex.ru

СВЕДЕНИЯ О СОИСПОЛНИТЕЛЕ СОИСКАТЕЛЯ ГРАНТА

- 1. Фамилия, имя, отчество:** Бабилов Олег Евгеньевич
- 2. Статус соисполнителя:** студент
- 3. Дата рождения:** 09.08.1998
- 4. Место работы (учебы):** ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"
- 5. Должность (курс):** магистр, 1 год обучения
- 6. Тема диплома:** Расчет водоподготовительной установки на основе электродиализа.
- 7. Адрес электронной почты:** Olegsey1998@yandex.ru

ОПИСАНИЕ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Область знаний: 4. Технические науки

2. Тема научного исследования: Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.

3. Характер научного исследования: Прикладной

4. Ключевые слова и словосочетания, характеризующие тематику научного исследования: сточные воды, высокоминерализованные стоки, шлам, водоподготовительные установки, сульфатсодержащие компоненты, технологии

5. Коды ГРНТИ, охватываемые научным исследованием:

44.31.31 - Теплоэнергетика. Теплотехника. Тепловые электростанции

87.15.21 - Загрязнение окружающей среды. Контроль загрязнения. Влияние прочих источников загрязнения на окружающую среду и контроль загрязнения

6. Формулировка решаемой проблемы (описание проблемной ситуации, сложившейся в данном научном направлении): Производство тепловой и электрической энергии на крупных предприятиях теплоэнергетики сопровождается использованием большого количества природной воды и сбросом сточных вод разного уровня загрязненности. Сточные воды разделяют на три основные категории: нормативно чистые, нормативно очищенные и загрязненные. В частности, крупнейшим потребителем природной воды из поверхностных источников являются тепловые электростанции (ТЭС). На ТЭС природная вода используется: в качестве исходного вещества для получения пара в котлах, парогенераторах, реакторах испарителях и паропреобразователях; для конденсации отработавшего в паровых турбинах пара (системы технического водоснабжения); для охлаждения различных аппаратов и агрегатов ТЭС, тепловых сетях и системах горячего водоснабжения. Доля ТЭС от общего объема потребления пресной воды промышленностью РФ составляет порядка 70% из которых 90% возвращается в поверхностные водные источники (в том числе 96% нормативно-чистых и 4% загрязненных стоков). В условиях ограниченности водных ресурсов из-за ухудшения состояния водных объектов, связанных с постоянным увеличением минерализации и изменением компонентного состава, выбор места строительства ТЭС становится одним из основных вопросов реализации ресурсов. В последнее время чаще возникают проблемы при согласовании сброса не только загрязненных, но и нормативно-чистых стоков.

Министерство экологии и принятые новые федеральные законы устанавливают жесткие нормы на предельно допустимые концентрации на сбросы и выбросы агрессивных сред в окружающую среду. В связи с ужесточением повышаются платы за сброс сточных вод ТЭС (ФЗ от 21.07.2014 №219-ФЗ ред. от 29.12.2014) "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды ", отдельные законодательные акты РФ", ФЗ № 458-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О отходах производства и потребления", ФЗ от 07.12.2011 №416-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О водоснабжении и водоотведении", (п. 2 ст. 16 Федерального закона от 10.01.2012 №7-ФЗ "Об охране окружающей среды ", постановление Правительства Российской Федерации от 12.02.2003 №344). В связи с принятыми законодательными документами появляется необходимость в создании новых "безотходных", "бессточных" или "малосточных" технологических решений установок водоподготовки и водоочистки

сбрасываемых сточных вод ТЭС и других промышленных предприятий. В настоящее время на ТЭС нормированию подлежат сбросы загрязняющих веществ со сточными водами любых систем охлаждения, водоподготовительных установок, систем гидрозолоудаления (только для действующих электростанций), а также с дождевыми и талыми водами при их отведении в водоем через специальные выпуски. Другие технологические сточные воды замасленные и замазученные воды, стоки химических очисток оборудования, обмылок регенеративных и конвективных поверхностей котлов, следует использовать либо внутри ТЭС, либо отправлять для утилизации на другие близлежащие промышленные предприятия.

Минимизация сбросов сточных вод требует повышения коэффициента водооборота на станциях, т.е. создания комплексных малоотходных и безотходных схем водоснабжения и водоотведения. Это должно быть реализовано не только путем усовершенствования многих существующих технико-экономических решений по обработке воды различного состава, необходим также учет экономического влияния примесей технологических потоков, используемых реагентов и конкретные экономические и социологические оценки ущерба, применяемого окружающей среде в результате сбросов.

Большая часть водоподготовительных установок на ТЭС Российской Федерации организована по ионообменным технологиям, с использованием мембранных процессов и термообессоливания. В настоящее время схемы водоснабжения и водоотведения могут включать в себя разнотипные системы (например, ионный обмен и мембранные методы), что в свою очередь ставит новую задачу исследования комплексного взаимодействия данных установок.

На большинстве ТЭС РФ подготовка добавочной воды котлов осуществляется путем химического обессоливания на блоках Н-катионитовых и ОН-анионитовых фильтров после коагуляции с известкованием. Подпиточная вода теплосети готовится путем осветления, коагуляции или коагуляции с известкованием и далее одноступенчатого Na-катионирования. Щелочные и кислые стоки после ионитных фильтров смешиваются до взаимной нейтрализации, pH доводят до требуемых значений с помощью покупных реагентов и полученные высокоминерализованные отходы сбрасываются на очистные или в природные водоемы, что существенно сказывается на экологической ситуации внутри страны. При этом общая масса веществ в сточных водах в несколько раз превышает их количество по нормам установленным СанПиНом.

Одним из основных потребителей воды на ТЭС являются системы технического водоснабжения, которые подразделяются на сопряженные –взаимосвязанные в водоподготовительной установки ТЭС и не сопряженные – не взаимосвязанные. Все больше распространение получают системы технического водоснабжения с башенными градирнями, так как применение прямоточных систем охлаждения в РФ г. запрещено Водным кодексом РФ от 01.01.2007 г., п 4 60-й статьи: «проектирование прямоточных систем технического водоснабжения не допускается» В основном используемая вода в системах технического водоснабжения не проходит специальную физико-химическую обработку на водоподготовительных установках. Система технического водоснабжения является одной из основных установок, от которой зависит экономичность и надежность производства электроэнергии или другой продукции. Проблемы системы технического водоснабжения конденсатора напрямую влияют на снижение термического КПД паротурбинной установки в зависимости от величины вакуума в нем. Охлаждение воды в системе технического водоснабжения представляет собой сложный процесс, связанный со многими факторами. Основной причиной неэффективной работы таких систем являются отложения и накипеобразования из-за повышения солесодержания циркуляционной воде при частичном ее испарении. Известно, что при концентрации в охлаждающей воде способного к распаду гидрокарбоната кальция на уровне 1,0-1,5 мг-экв/л рост толщины накипи на трубных поверхностях конденсаторов составляет 0,3-0,5 мм/год. При этом коэффициент теплопередачи уменьшается более чем в 3,5 раза, та гидравлическое сопротивление

увеличивается до 15%. При увеличении давления в конденсаторе на 1 кПа мощность энергоблоков на конденсационном режиме уменьшается на 0,8-0,9 %, а для турбин низкого и среднего давления на 1,2-1,5 %. Для предотвращения образования минеральных отложений на теплотехническом оборудовании в системах технического водоснабжения используют стабилизационную обработку воды различными химическими реагентами и водообмен в цикле с помощью сброса части используемой воды. Сточные воды системы технического водоснабжения с высоким содержанием солей и введенных химических реагентов приводят к отклонению экосистемы от равновесного состояния. Уменьшение количества сбрасываемых сточных вод в технологических процессах может осуществляться упорядочением и рационализацией технологических процессов и характера использования воды в них и изменением технологических процессов при невозможности существенного снижения сбросов примесей в используемых процессах.

Рост затрат на использование пресной воды и сброс сточных вод, лимиты и штрафы за их превышение вынуждают энергетические предприятия принимать меры по снижению сбросов и оптимизации методов водоподготовки и водоотведения. В связи с этим, сокращение водопотребления и водоотведения на ТЭС утилизация высокоминерализованных сточных вод является важной экологической, экономической и социальной задачей.

На сегодняшний день часть водоподготовительных установок ионообменного типа переводят в комбинированные установки, объединяющие мембранные и ионообменные технологии. Подобная оптимизация и реконструкция технологии напрямую связана с изменением состава сточных вод. Но тем не менее проблема превышения нормативных показателей по установленным требованиям СанПиНа до сих пор актуальна. Поэтому решение проблемы сточных вод является одной из основных задач промышленной сферы. Внедрение циклических технологий позволит минимизировать затраты пресной воды и уменьшить количества сточных вод.

За рубежом, особенно в Соединенных Штатах Америки, в связи с тем, что лицензия на работу электростанций выдается зачастую при условии полной бессточности, то схемы водоподготовки и очистки стоков взаимосвязаны и представляют собой комбинацию мембранных методов, ионитного и термического обессоливания. Данные технологии включают системы коагуляции с дальнейшей многослойной фильтрацией, обратный осмос, две ступени ионообменного типа, электродиализ и ионный обмен в смешанном слое. Данные методы очистки позволяют получить сточные воды с незначительным превышением нормированных значений, что позволяет использовать данную воду повторно. Стоит учесть, что в зарубежных странах вода для нужд электростанций используется в минимальном количестве за счет использования газовых турбин или турбин комбинированного типа. Поэтому небольшое количество сточных вод обосновано именно этим фактором. На территории РФ основным способом утилизации высокоминерализованных сточных вод является их взаимная нейтрализация, а также концентрирование, упаривание, сгущение и получение твердых солей и их захоронение. Взаимная нейтрализация не приводит к уменьшению солесодержания сточных вод, а является возможностью доведения водородного показателя среды до нейтрального значения. Получение солей в твердом виде требует больших энергетических затрат, для получения твердой фазы, а также специализированная изолированная территория для их захоронения. При несоблюдении требований и правил захоронения, подобные мероприятия могут привести к техногенной катастрофе, такой как засоление почв. Поэтому наиболее оптимальным и безопасным решением являются технологии утилизации сточных вод, позволяющие повторно вернуть водный ресурс в цикл станции.

7. Цели научного исследования: В последние десятилетия на ТЭС устанавливаются котлы высокого и сверхкритического давления. Использование данного оборудования вносит корректировки в

водоподготовительную систему. Вводятся современные технологии на основе мембранных методов или полностью заменяются ими ионообменные технологии. Комбинированные водоподготовительные установки (совокупность ионообменных и мембранных технологий) является частным технологическим решением на ВПУ. В зависимости от блока замены ионообменной части на мембранные технологии количественный и качественный состав сточных вод будет постоянно меняться. Поэтому технологии утилизации сточных вод будут ориентированы на их состав. Безусловно, использование технологий мембранного типа позволяет снизить количество реагентов, затрачиваемых на регенерации H, OH и Na ионитовых фильтров. Но мембранные технологии аналогично нуждаются в реагентах для поддержания оптимальной работы установки, а также в периодических химических мойках, которые осуществляются с помощью кислых либо щелочных отмывочных композициях, которые в дальнейшем попадают в сточные воды ТЭС. Недостатком использования мембранных технологий является низкий коэффициент использования исходной воды. Если в традиционной схеме с коагуляцией, с механической и ионообменной фильтрацией, уходящие высокоминерализованные стоки сложного состава, составляли 10-20% от общего потребления ВПУ, то для типичного сочетания ультрафильтрации и обратного осмоса этот показатель составляет 40-60%. На фоне существующих и модернизированных ВПУ на ТЭС и других предприятиях промышленного кластера РФ появляются новые проблемы, связанные с сокращением потребления исходной воды, сточных вод и используемых агрессивных химических реагентов. На сегодняшний день доля ПГУ на станциях РФ постоянно увеличивается. Рабочие характеристики данных установок требуют повышенной степени чистоты воды, используемой в паровом блоке. Поэтому вводятся корректирующие действия в систему водоподготовки. Для этого используют фильтр смешанного действия (ФСД), который в своей корпусе объединяет и анионитовую часть и катионитовую. Данный фильтр способен снизить остаточное солесодержание обессоленной воды. Постоянный рост затрат на использование пресной воды и сброс сточных вод, а также лимиты и штрафы за их превышение способствуют сокращению водопотребления, повторному использованию сточных вод, созданию малоотходных, замкнутых технологий, технологий по переработке сточных вод в большинстве промышленных стран. Все большее признание в мировой энергетике получают ТЭС, характеризующиеся минимальным потреблением свежей воды и сбросом сточных вод. В европейских странах, в связи с тем, что лицензия на работу электростанций выдается зачастую при условии полной бессточности схемы ВПУ и очистки стоков взаимоувязаны и представляют собой комбинацию мембранных методов, ионитного и термического обессоливания. На территории РФ основным способом утилизации высокоминерализованных сточных вод является их взаимная нейтрализация, а также концентрирование, упаривание, сгущение и получение твердых солей и их захоронение. При этом все химические компоненты стоков и в том числе ценные, теряются. Данный метод является экономически и энергетически затратным. Некоторые используемые методы очистки и нейтрализации сточных вод на производствах РФ являются еще и токсичными. Направлением решения проблем сбросов может быть не только их сокращение, но и извлечение ценных компонентов, и дальнейшее их повторное использование в цикле станции, либо в производственных нуждах станции. Эти решения, очевидно, могут быть успешными при условии утилизации концентрированных жидких отходов с установки ВПУ ТЭС. Для энергетических предприятий РФ появляется задача взаимоувязанной комплексной водоподготовки и переработки жидких отходов с выделением ценных химических компонентов и возвратом их в цикл системы. В связи с этим задача разработки уникальных технических решений при создании замкнутых систем водооборота на энергетических предприятиях является новой и весьма актуальной. На некоторых станциях РФ для борьбы с высокоминерализованными стоками ионообменной ВПУ с

предочисткой возможно использовать методы нейтрализации-осаждения сточных вод без ввода дополнительныхкупаемых реагентов, которые зачастую представляют собой токсичные вещества. Поэтому основное направление работы ориентировано на подбор безопасной технологии утилизации высокоминерализованных сточных вод, которая позволит получить не только экономический эффект, но и позволит сохранить природные ресурсы и снизить негативное воздействие на окружающую среду. Для проведения научных исследований у коллектива имеется лаборатория, которая оснащена современными приборами и химическими реактивами, для выполнения аналитической части работы.

- 8. Задачи научного исследования:**
1. Исследование сточных вод разнотипных ВПУ. Провести количественный и качественный анализ отходов. Выявить основные пути загрязнений.
 2. Математическое моделирование на основе химической термодинамики физико-химических процессов в высокоминерализованных, многокомпонентных, многофазных сульфатсодержащих растворах в закрытых и открытых (на атмосферный воздух) системах.
 3. Разработка методики и программы расчета физико-химических процессов в высокоминерализованных, многокомпонентных, фазовонестабильных сульфатных системах.
 4. Получение экспериментальных данных лабораторных исследований на модельных системах и производственных отходах ТЭС.
 5. Анализ водооборота и расчет водокомпонентного баланса на разнотипных ВПУ ТЭС с использованием приемов системного анализа химико-технологической системы (ХТС).
 6. Разработка метода утилизации высокоминерализованных отходов ВПУ с различным технологическим оформлением, с использованием ионообменных и мембранных и комбинированных методов очистки воды.
 7. Опытнo-промышленные испытания по утилизации высокоминерализованных кислых и жестких отходов на действующей ТЭС.
 8. Разработка технологической схемы установки утилизации жидких высокоминерализованных сульфатных отходов ТЭС.

9. Методы решения задач научного исследования: Коллективом исполнителей проекта будут использованы методы экспериментальных и опытнo-промышленных исследований, которые позволят получить данные по техническому состоянию разнотипных систем водоподготовительных установок, реализованных в данный момент на различных ТЭС. Различная организация процессов водоподготовки требует индивидуального подхода к разработке технологии, с учетом анализа водоисточника в разных сезонных условиях, анализа компонентного состава реагентов, используемых в процессе водоподготовки, а также анализ оборудования применяемого в процессе ВПУ. Будут получены уникальные результаты, взаимосвязи отдельных блоков водоподготовительной установки в единую комплексную систему, которая позволит определить доступные и простые технологические решения. Для реализации данных технологий будет использоваться метод обобщения экспериментальных лабораторных исследований и опытнo-промышленных испытаний.

Метод математического моделирования даст возможность смоделировать физико-химические процессы, протекающие на каждом этапе водоподготовки.

Метод объектно-ориентированного программирования позволит разработать новую компьютерную программу.

Методы проверки адекватности и верификации разработанных программ путем сопоставления расчетных, экспериментальных, опытнo-промышленных испытаний дадут возможность оценить степень

соответствия ранее полученных результатов исследований. Все используемые методы в совокупности позволят разработать технологические решения, которые будут полностью удовлетворять требования, предъявляемые к сточным водам ВПУ ТЭС.

10. Основное содержание научного исследования: 1. На первом этапе планируется провести подробное литературное и патентное исследование (согласно ГОСТ Р 15.011-2020 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения») имеющегося научно-технического материала по разработке, внедрению, и результатах работы на производстве малосточных и бессточных установок водоподготовки и комплексных ВПУ. Базы данных, которые могут быть учтены при выполнении данной работы:

- научно-техническая литература, которая имеется в открытом доступе за последние 5 лет. (включая зарубежные источники.)

- данные интеллектуальной деятельности с глубиной поиска не позднее 10 лет

По результатам выполнения данного пункта будет выполнен аналитический обзор литературных данных по проблематике исследования, а также подготовлен отчет по патентным исследованиям.

2. Второй этап включает проведение промышленных исследований в виде сбора данных по различным технологиям водоподготовки, реализованных в данный момент. (ионный обмен, баромембранные методы, термическая подготовка воды, осветление и др.). Исследование основывается на детальной проработке технологий с анализом: структуры водопотребления; массообменными процессами, протекающими при реализации данного процесса; анализом химических реагентов, используемых для поддержания оптимального процесса работы, а также их дозировки; определение экологической опасности минерализованных сточных вод, а также их компонентного состава в зависимости от типа технологии ВПУ. На этом этапе коллективом будут исследованы объекты энергетической промышленности с различными технологическими схемами организации ВПУ. Основными объектами исследования будут выступать ТЭС РТ, так как на них организованы наиболее применимые технологии ВПК, а именно предварительная очистка методом осветления-коагуляции, ионный обмен, мембранные методы (обратный осмос, ультра и микрофильтрация, термическая обработка воды, электродиализ). По результатам данного этапа будет выполнен отчет о промышленных исследованиях.

3. Третий этап будет ориентирован на выполнение лабораторных исследований на реальных образцах сточных вод отобранных с действующих ТЭС. Лабораторные исследования будут ориентированы на определение качественного состава сточных вод с применением спектральных методов анализа, а также количественного состава. Лабораторная часть исследований будет проводиться в ФГБОУ ВО «Казанском государственном энергетическом университете». Лаборатория оснащена современным аналитическим оборудованием, позволяющее удовлетворять всем требованиям к оценке точности результатов измерений на международном уровне. Будет рассмотрен химизм высокоминерализованных карбонатно-сульфатных водных систем, а также методы и программы расчета термодинамического состояния. Основываясь на анализ полученных результатов будет представлена математическая модель для термодинамического описания многокомпонентных, фазовонестабильных, жидких сульфатсодержащих растворов электролитов в закрытой и открытой на атмосферный воздух системах. Математическая модель включает определение базиса (вектора компонент базисных частиц, b_j), отвечающего реальному составу исследуемых систем, круга всех возможных равновесных форм и значимых химических реакций с участием частиц базиса, представляемых в матричной форме, константную базу и описание всех возможных реакций равновесий на основе законов химической термодинамики в виде системы нелинейных уравнений и неравенств: баланса масс; баланса зарядов; равновесий по закону действующих масс; ограничения по растворимости малорастворимых соединений; изоморфное соосаждение;

растворимость газов в жидкой фазе; и ее зависимость от давления и температуры, где a – активности, K – константы равновесия, D – коэффициент распределения, B – константа Генри, s – растворимость, f – фугитивность, p – парциальное давление.

По данному разделу будет составлен отчет по лабораторным исследованиям.

4. Следующий этап работы основывается на выполнении опытно-промышленных испытаний по утилизации сточных вод. Для этого будет составлена методика проведения испытаний на действующих ТЭС. С использованием приемов системного анализа будет рассчитан водокомпонентный баланс действующей ТЭС, а также определены источники и трансформация загрязняющих веществ. При расчете водокомпонентного баланса будут использованы многолетние данные. Способ расчета – по материальному балансу элементов ХТС (аппаратов) и узлов (установок) ХТС по принципу «черного ящика».

В производственных условиях будет проведена серия экспериментов. По результатам промышленных экспериментов будет составлен отчет.

5. Следующий этап работы основывается на разработке технологической схема установки утилизации сточных вод и составление режимной карты. Разработка новых решений в виде малосточных и бессточных технологических схем водоподготовки, составляющих научную новизну проекта. Разработка рекомендаций по реализации вновь создаваемых технических и технологических решений в области замкнутых бессточных малоотходных систем водопользования на энергетических предприятиях. Полученные результаты по проекту будут иметь полномасштабную оригинальность, новизну и пройдут апробацию в известных научных журналах, входящих в перечень ВАК и Web of Science.

11. Новизна научного исследования: Научная новизна поставленной задачи состоит в следующем:

1. Представление математической модели физико-химических процессов, протекающих в высокоминерализованных многокомпонентных, многофазных с растворах электролитов в закрытой и открытой термодинамической системах, в разработке методики расчета термодинамического состояния таких систем.
2. Анализ результатов, полученных в лабораторных условиях, развернутый компонентный и количественный состав сточных вод при различных типах организации ВПУ
3. Определение основных источников загрязнения сточных вод, а также трансформация загрязняющих веществ в процессе технологии.
4. Предложены и апробированы в промышленных условиях ресурсосберегающая технологии утилизации высокоминерализованных кислых ВПУ ТЭС.

12. Ожидаемые результаты научного исследования: Проект "Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора" позволит снизить существенные штрафные санкции за сброс сточных вод с ненормированными показателями, а также позволит осуществить циркуляцию водных ресурсов внутри станции, использовать их многократно, поэтому за счет этого можно добиться снижения производственной нагрузки на водоподготовительную установку. Учитывая уменьшение объемов использования сырой воды осуществляется снижение количества используемых реагентов, используемых для ее обработки.

13. Основные направления дальнейшего использования предполагаемых результатов: Циркулярная экономика в настоящее время является трендом мирового развития и переход к ней становится все более актуальным и для России, несмотря на наличие богатой минерально-сырьевой базы. Внедрение принципов циркулярной экономики при обращении с отходами может принести

значительные дивиденды в виде экономии природного сырья, снижения негативного воздействия на окружающую среду в результате того, что период обращения продуктов и материалов значительно увеличивается. С этим же обстоятельством непосредственно связана и общая энергетическая эффективность, и экологическая безопасность».

14. Направление Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации:

Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии

15. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации: Рациональное природопользование

16. Критические технологии Российской Федерации, в которых возможно использование результатов научного исследования: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение научно-исследовательской работы по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых

1. Наименование темы: Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.

2. Организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

3. Цель, задачи и исходные данные для проведения НИР: Разработка технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов комплексных ионообменных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.

4. Основное содержание НИР: Разработаны технологии утилизации высокоминерализованных кислых отходов комплексных водоподготовительных установок ТЭС. Разработка технологий будет опираться на теоретические исследования научно-технического материала, полученные результаты лабораторных исследований, а также данные полученные в ходе проведения опытно-промышленных испытаний.

5. Основные требования к выполнению НИР: Работа должна выполняться с использованием современных методик и материально-технической базы и обеспечивать получение актуальных результатов.

6. Перечень, сроки выполнения и стоимость этапов: Перечень работ, выполняемых на этапе, планируемые результаты работ, срок исполнения и объём финансового обеспечения расходов приведены в Плане работ.

7. Результаты НИР и их предполагаемое использование: Результаты работы должны содействовать достижению индикаторов (форма № 6).

8. Порядок сдачи-приемки НИР: Представление годовых научных и финансовых отчетов производится в установленном порядке.

ИНДИКАТОРЫ

целевые показатели предоставления гранта

Наименование Получателя	<u>федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»</u>								
Наименование главного распорядителя средств федерального бюджета	<u>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации</u>								
Внутренний номер	<u>МК-1312.2021.4</u>								
Руководитель гранта:	<u>Власова Алена Юрьевна</u>								
Тема	<u>Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.</u>								

Направление расходов		Результат предоставления гранта	Единица измерения		Код строки	Плановые значения результатов предоставления гранта по годам реализации Соглашения			
наименование	код по БК		наименование	код по ОКЕИ		на 2021 год		на 2022 год	
						с даты заключения Соглашения	из них с начала текущего финансового года	с даты заключения Соглашения	из них с начала текущего финансового года
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гранты в области науки	61622	Количество научных публикаций, подготовленных руководителем гранта (монографии, учебники, учебные пособия, статьи, тезисы докладов, другие публикации)	штук	796	0100	1	1	3	2
		в том числе:							

	Количество публикаций, индексируемых в международной информационно - аналитической системе научного цитирования Web of Science	штук	796	0110	0	0	0	0
	Количество публикаций, индексируемых в международной информационно - аналитической системе научного цитирования Scopus	штук	796	0120	1	1	3	2
	Количество публикаций, индексируемых в международной информационно - аналитической системе научного цитирования European Reference Index for the Humanities	штук	796	0130	0	0	0	0
	Количество публикаций в российских отраслевых научных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий РИНЦ	штук	796	0140	0	0	0	0
	Количество докладов и сообщений на конференциях, в том числе международных, подготовленных руководителем гранта	штук	796	0200	2	2	4	2
	Количество учебных курсов (лекции, семинары, практические занятия, лабораторные занятия), которые ведет руководитель гранта	штук	796	0300	8	8	16	8
	Количество подготовленных диссертаций на соискание ученой степени под руководством руководителя гранта	штук	796	0400	0	0	0	0

		Количество результатов интеллектуальной деятельности (изобретения, базы данных, полезные модели, промышленные образцы, программы для электронных вычислительных машин, ноу-хау) руководителя гранта	штук	796	0500	0	0	0	0
		Численность привлекаемых к научному исследованию соисполнителей	человек	792	0600	2	2	2	2

ПЛАН РАБОТ

на выполнение Исследования

Наименование Получателя: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

Наименование главного распорядителя средств федерального бюджета: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Внутренний номер: МК-1312.2021.4

Руководитель гранта: Власова Алена Юрьевна

Тема: Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.

Этап	Перечень работ, выполняемых на этапе	Планируемые результаты работ	Срок исполнения (начало-окончание)	Объем финансового обеспечения расходов (руб.)
1	1.Проведение литературного и патентного исследования имеющегося научно-технического материала по разработке. 2.Проведение промышленных исследований в виде сбора данных по различным технологиям водоподготовки, реализованных в данный момент.	Отчет по аналитическому обзору литературных данных по проблематике исследования. Отчет по патентным исследованиям согласно ГОСТ. Отчет о промышленных исследованиях разнотипных систем ВПУ ТЭС	с момента заключения соглашения - декабрь 2021 г.	600 000.00
2	1. Лабораторные исследования на реальных образцах сточных вод отобранных с производственных площадок. 2. Проведение опытно-промышленных	Отчет по лабораторным исследованиям и опытно-промышленным испытаниям. Предложение технологических решений для утилизации кислых сточных вод с	январь 2022 г. - декабрь 2022 г.	600 000.00

	испытаний и разработка технологических схем водопользования для станций с различным типом ВПУ.	установок ВПУ.		
--	---	----------------	--	--

ПЕРЕЧЕНЬ РАСХОДОВ,

источником финансового обеспечения которых является грант⁴

Наименование Получателя федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

Наименование федерального органа исполнительной власти - главного распорядителя средств федерального бюджета Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Единица измерения: руб.

Внутренний номер МК-1312.2021.4

Ученый Власова Алена Юрьевна

Тема Разработка ресурсосберегающих технологий утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированных водоподготовительных установок на предприятиях энергетического сектора.

	КОДЫ
ИНН	1656019286
Глава по БК	
по БК	
по ОКЕИ	383

Наименование показателя	Код строки	Код направления расходования гранта	Сумма	
			итого в 2021 году	итого в 2022 году
1	2	3	4	5
Остаток гранта на начало года, всего:	0100			
в том числе:				
потребность в котором подтверждена	0110	X		

⁴ Перечень затрат требуется согласовать с финансовыми подразделениями организации

подлежащий возврату в федеральный бюджет	0120			
Поступило средств, всего:	0200	X		
в том числе:				
из федерального бюджета	0210	X		
возврат дебиторской задолженности прошлых лет	0220	X		
из них:				
возврат дебиторской задолженности прошлых лет, решение об использовании которой принято	0221			
возврат дебиторской задолженности прошлых лет, решение об использовании которой не принято	0222			
иные доходы в форме штрафов и пеней по обязательствам, источником финансового обеспечения которых являлись средства гранта	0230			
Выплаты по расходам, всего:	0300		600 000.00	600 000.00
в том числе:				
выплаты персоналу, всего:	0310	100	268 920.00	268 920.00
из них:				
оплата труда (не включая НДФЛ) руководителя гранта / соисполнителей			268 920.00	268 920.00
закупка работ и услуг, всего:	0320	200	0.00	0.00
из них:				
оплата труда по договорам гражданско-правового характера (не включая НДФЛ) руководителя гранта / соисполнителей			0.00	0.00
НДФЛ на оплату труда по договорам гражданско-правового характера руководителя гранта / соисполнителей			0.00	0.00
закупка произведенных активов, нематериальных активов, материальных запасов и основных средств, всего:	0330	300	190 000.00	190 000.00
уплата налогов, сборов и иных платежей в бюджеты бюджетной системы Российской Федерации, включая НДФЛ, всего:	0340	810	81 080.00	81 080.00
из них:				
НДФЛ на оплату труда руководителя гранта / соисполнителей			40 183.45	40 183.45
иные выплаты, всего:	0350	820	60 000.00	60 000.00

Возвращено в федеральный бюджет, всего:	0400	X		
в том числе:				
израсходованных не по целевому назначению	0410	X		
в результате применения штрафных санкций	0420	X		
в сумме остатка гранта на начало года, потребность в которой не подтверждена	0430			
в сумме возврата дебиторской задолженности прошлых лет, решение об использовании которой не принято	0440			
Остаток гранта на конец отчетного периода, всего:	0500	X		
в том числе:				
требуется в направлении на те же цели	0510	X		
подлежит возврату в федеральный бюджет	0520	X		