

ОТЗЫВ

рецензента на диссертационную работу Абдрешовой Самал Бексултановны на тему: «Разработка способов и устройств озонной технологии для очистки сточных вод ТЭС и котельных», представленную на соискание степени доктора PhD по специальности 6D071700 – Теплоэнергетика

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники)

Тепловую энергетику можно считать одной из отраслей с большим объемом потребления воды. При этом эта отрасль использует воду с различным качеством в различных объемах. Вода, поступающая непосредственно в котлы или тепловую сеть (так называемая питательная вода) должна соответствовать самым жестким требованиям по качеству, т.к. она проходит через двойную стадию фазового превращения в циркуляционном контуре: в начале, вода в котле превращается в пар, затем в конденсаторе (конденсере) из пара превращается в воду, вода, используемая в тепловой сети, находится в практически постоянной циркуляции. Эти циклы в котле и в тепловой сети происходят постоянно, что способствует накоплению отложений, поэтому она подвергается специальной обработке в специализированном подразделении станции или крупной котельной. Эта вода используется практически без сточных остатков, однако стоки загрязненной воды образуются в цеху подготовки воды, в количестве примерно 10% от объема обрабатываемой воды.

Другая вода – питьевая, также требует достаточно тщательной очистки, до уровня, соответствующего санитарно-гигиеническим требованиям. Стоки от этой воды незначительны – на уровне 2-3 % от объема потребления и они практически не требуют очистки, однако эти стоки вливаются в общие стоки станции.

Основную массу воды, используемой на станции, составляет вода, которая обеспечивает переход в конденсере пара в воду (после последней ступени турбины), поступающую в котел (за этой водой закрепилось название – циркуляционной). Источником этой воды бывают реки и озера (в этих случаях наблюдается так называемое прямоточное снабжение, при которой практически не требуется очистка), специальное хранилище воды (оборотное снабжение водой) и бассейны градирен. В случае применения циркуляционной воды из этих источников (бассейны градирен и водохранилище) она может использоваться многократно. Загрязнение этой воды, в большей степени происходит под воздействием окружающей среды (из атмосферы), почвы дна и грунта береговой линии, от поверхностей, с которыми происходит контакт циркуляционной воды. Загрязнения могут включать различные взвеси и растворенные соли почвы и

грунта от берегов, поверхностей элементов оборудования. Появление отложений на трубках конденсера заметно ухудшает обмен теплом между конденсирующимся паром и охлаждающей водой. Уровень очистки воды практически определяет тепловую эффективность работы конденсера.

Это перечисление источников стоков воды в тепловой энергетике с различными объемами и с разными требованиями к степени очистки обуславливает необходимость применения различной техники и технологии воздействия на обрабатываемую воду и обуславливают актуальность тематики исследования.

Глубокая очистка природных и промышленных сточных вод от минеральных, органических и биологических загрязнений в настоящее время является актуальной задачей, особенно на урбанизированных территориях, где интенсивно развивается промышленность и растёт антропогенное и техногенное загрязнение водных ресурсов. Ионного обмена, коагуляции, адсорбции на углях и мембранных методов очистки, обычно применяемых в схемах водоподготовки и водоочистки промышленных стоков, бывает недостаточно, поэтому удаления органических соединений можно достичь путём озонирования сточных вод.

Успешное решение экологической проблемы промышленных предприятий возможно при комплексном подходе, основанном на разработке технологических схем и оборудования для применения озонирования очистки сточных вод от различных загрязнений и тяжелых металлов.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (пп.1-3 п.5 Правил присуждения ученых степеней и паспортов соответствующих специальностей научных работников)

Цель диссертационной работы, исследовать и разработать способы и устройства озонной технологии для очистки сточных вод сложного состава, обязательно присутствующих в производственных циклах теплоэнергетики (тепловые станции, тепловые сети и комплексы по обогащению углей) и других отраслей промышленности.

Результатом диссертации являются: разработана экспериментальная установка для озонной обработки сточных вод и проведены ее испытания по выбору оптимального режима озонирования жидкости. Методика расчета высокочастотного электрического поля на коронирующей проволоке озонатора на коронно-барьерном разряде. Теоретическое обоснование механизмов образования, роста и отрыва пузырьков газа от газопроницаемой стенки реактора с обрабатываемой жидкостью. Математическое описание процессов эжекции озоноздушной смеси в проточный реактор в виде пузырьков газа в жидкости. Способ для измерения размеров пузырьков газа и устройство для контроля степени их насыщенности в жидких средах.

Поставленные в работе задачи соискателем были успешно решены. Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов основного содержания, заключения и приложений, списка использованных источников. В

конце каждого раздела описаны научно значимые, логично аргументированные выводы.

Во введении автором на основе глубокого анализа показана актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и основные задачи работы, научная новизна и основные научные положения, выносимые на защиту. Также показана практическая значимость результатов исследований и приведены достоверность и обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов, приведены результаты работы, ее апробация, показывающие их соответствие требованиям комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

В первом разделе описаны основные принципы получения и применения озона для очистки сточных вод, присутствующих во всех производственных циклах промышленности.

Озонная технология в нашей республике находится в зачаточном состоянии, в то время как в развитых странах эта технология получила широкое распространение и используется в различных отраслях промышленности, в сельском хозяйстве и здравоохранении.

Важность и актуальность развития инфраструктуры применения озонной технологии для решения экологических проблем в стране определяют необходимость проведения широкого круга фундаментальных и прикладных исследований в этом направлении и создания научно-технических основ озонной технологии для химико-металлургических процессов, очистки промстоков фабрик и заводов и для обеззараживания больших объемов питьевой воды (горводопровод). В этой связи особую значимость приобретают вопросы разработки высокоэффективных генераторов озона для создания новых процессов и аппаратов озонной технологии.

В разделе сформулированы цель и задачи данного диссертационного исследования, а также обоснованы направления исследований и общая методика проведения научно-исследовательской работы.

Во втором разделе разработаны и испытаны новые модификации озонаторов на коронно-барьерном разряде, отличающиеся от известных простотой конструкции, надежностью в работе и малыми удельными энергозатратами на выработку озона. В этом случае, коронирующая проволока спирально намотана на диэлектрическую трубку (барьер), внутри которой расположен соосно второй внешний электрод в виде цилиндра и в связи с подачей высокочастотного высоковольтного напряжения на этот электрод обеспечивается электробезопасность озонатора в целом. Кроме того, выполненный расчет электрического поля в области расположения спирали коронирующей проволоки позволил найти значения напряженностей поля в «особых» точках, где необходимо определить их.

С целью разработки озонно-реагентных технологий для очистки сточных вод выполнен анализ всех возможных примесей в сточных водах с разделением их на 4 группы и процессов, используемые для их удаления. Кроме того,

разработана и испытана технология очистки сточных вод с применением электрогидравлического эффекта, в которой окислительно-восстановительные реакции протекают с использованием электронов, ионов и свободных радикалов и вовсе не оставляют балластные нагрузки в очищаемой жидкости.

В третьем разделе из геометрического построения пузырька газа определены объем и площадь поверхности для двух видов пузырька газа (вертикальная и горизонтальная поверхности). Получены расчетные значения действующих сил на пузырек газа, причем преобладающими из них являются силы прилипания и архимедова сила. Установлено, что условие равновесия пузырьков газа на вертикальной поверхности электрода определяется значением тангенса угла между направлением равнодействующей силы и поверхностью электрода.

Разработан эжекционный проточный реактор, который совместно с коронноразрядным озонатором позволяет произвести непрерывную озонную обработку жидкости (питьевая или сточная воды) в процессе ее протока через трубу реактора. Ввиду того, что все процессы взаимодействия озонородной смеси протекают на границе «газ-жидкость» пузырьков газа были определены оптимальные варианты выбора параметров пузырьков газа. Выполнены теоретические выкладки для определения критического радиуса пузырька, время жизни газового пузырька на газопроницаемой поверхности, а также объем пузырька в момент отрыва. Следует отметить, что в целом, расчетные значения расходов озонородной смеси близко соответствуют экспериментальным данным.

В четвертом разделе Проведены экспериментальные исследования установки озонирования воды. Экспериментальным путем определены производительность и удельный энергетический выход озона. По предложенной технологической схеме озонирования проведены опытные испытания в лабораторных условиях.

В заключении диссертации перечисляются полученные в ходе исследования теоретические и практические результаты.

В приложение диссертации вынесены полученные соискателем акты научно – экспериментальных, производственных испытаний в Алматинском университете энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, в Алматинском ТЭЦ 2. Также в приложении приведены предпатенты и инновационные патенты, полученные докторантом.

Автором четко сформулированы цели и задачи, определены пути и способы их достижения. Приведенные примеры по решению прикладных задач подтверждают новизну, научную и практическую значимость диссертационной работы.

Научные результаты, полученные в диссертационной работе Абрешовой С.Б., соответствуют требованиям специальности 6D071700 – Теплоэнергетика, а также пп. 1-3 п. 5 «Правил присуждения ученых степеней».

3. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), вывода и заключений соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертации полученные новые результаты соискателя сопровождаются описанием и доказательством не известных ранее выводов, а также охранными документами на интеллектуальную собственность.

Первый результат: разработана и испытана новая модификация озонатора на коронно-барьерном разряде, отличающийся от известных простотой конструкции, надежностью в работе и малыми удельными энергозатратами на выработку озона.

Второй результат: разработана и испытана технология очистки сточных вод с применением электрогидравлического эффекта (ЭГЭ), которая после обработки очищаемой жидкости не оставляет в ней балластные нагрузки.

Третий результат: разработана экспериментальная установка для озонной обработки сточных вод и проведены ее испытания по выбору оптимального режима озонирования жидкости.

Четвертый результат: предложена методика расчета высокочастотного электрического поля на коронирующей проволоке озонатора на коронно-барьерном разряде.

Пятый результат: предложен способ для измерения размеров пузырьков газа и устройство для контроля степени их насыщенности в жидких средах.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения) и вывода соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе представлены следующие новые научные результаты:

– разработана и испытана новая модификация озонатора на коронно-барьерном разряде, отличающийся от известных простотой конструкции, надежностью в работе и малыми удельными энергозатратами на выработку озона;

– разработана и испытана технология очистки сточных вод с применением электрогидравлического эффекта (ЭГЭ), которая после обработки очищаемой жидкости не оставляет в ней балластные нагрузки;

– разработана экспериментальная установка для озонной обработки сточных вод и проведены ее испытания по выбору оптимального режима озонирования жидкости;

– впервые предложена методика расчета высокочастотного электрического поля на коронирующей проволоке озонатора на коронно-барьерном разряде;

– предложен способ для измерения размеров пузырьков газа и устройство для контроля степени их насыщенности в жидких средах.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Диссертационное исследование является логически завершенным научным трудом, в котором четко сформулированы цель и задачи, решенные последовательно в каждом разделе работы. Все результаты, выводы и заключения внутренне взаимосвязаны, каждое следующее положение вытекает из предыдущего с соблюдением принципа от общего к частному. Диссертация обладает внутренним единством, имеет логическую научную связность.

6. Направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи

В исследованиях, проведенных соискателем, есть высокая степень научной новизны и практической значимости. Научные результаты диссертационной работы внедрены в Алматинский ТЭЦ 2. Практическая ценность диссертационной работы подтверждается имеющимися актами производственных испытаний.

7. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

По основным результатам выполненных исследований и разработок подготовлены и опубликованы более 34 научных работ, в том числе 2 предпатента и 6 инновационных патента, 5 статей опубликованы в изданиях, входящих в международную базу данных по цитируемости Scopus, 12 работ опубликованы в изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 4 статьи опубликованы в материалах международных конференций.

По представленным соискателем материалам, результаты проведенных исследований обсуждались на семинаре института теплоэнергетики и теплотехники Алматинского университета энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева.

8. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации

По существу диссертации можно высказать следующие замечания:

1. Литературный обзор в первой главе диссертации носит повествовательный констатирующий характер. В нем притуплено критическое начало за счет излишне подробного для специалистов разъяснения методических аспектов выполненных до автора исследований и разработок. Поэтому обзор мог бы быть соответствующим образом сокращен без ущерба основному содержанию работы.

2. В диссертации при выборе способа определения параметра определения оптимальных вариантов выбора параметров пузырьков газа в рассматриваемых некорректных задачах необходимо было проанализировать также возможности и других методов нахождения этого параметра и провести их сравнительный анализ.

3. Целесообразно было бы результаты исследования завершить статистической обработкой результатов экспериментальных исследований,

