

## АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени «доктор философии» (PhD) по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление»

**АЗАМАТОВ БАГДАТ НУРЛАНОВИЧ**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЧИСТКИ ГАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРИСТЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ СВС МАТЕРИАЛОВ**

**Актуальность работы.** Суммарная установленная мощность всех электростанций Казахстана составляет 20 тыс. МВт, а фактическая – 15 тыс. МВт. Казахстан вырабатывает 91,9 млрд. кВт\*час электроэнергии в год (данные 2013 г против 1045 млрд. кВт\*час Россией, 4058 млрд. кВт\*час – США, 5320 млрд. кВт\*час - Китаем) то есть электровооруженность Республики Казахстан 4,0 МВт \*час/чел. в год против 6,7 в России, 14- США, 3,5 в КНР. В структуре мощностей 88% приходится на ТЭС, а 72% электроэнергии в РК вырабатывают 37 ТЭС, работающих на углях Экибастузского, Майкубинского, Тургайского и Карагандинского бассейнов. Угольная энергетика дает и основные загрязнения окружающей среды. Этому способствуют и заниженные нормативы по выбросам вредных веществ в атмосферу. Так требования технического регламента от 14 декабря 2007 года № 1232 к эмиссиям в природную среду значительно превышают аналогичные нормы Евросоюза. Так по твердым частицам мг/м<sup>3</sup> при  $\alpha = 1,4$  нормы ЕС 20-100, РК 670 - 870; по SO<sub>2</sub> мг/м<sup>3</sup> при  $\alpha = 1,4$  ЕС 200-400; РК – 2000. Подписание Казахстаном Парижских климатических соглашений, предусматривающих введение «углеродного» налога за загрязнение атмосферы значительно усугубляет ситуацию. По оценкам российских экспертов для пылеугольной энергетике РФ «углеродный» налог достигает 100 млрд. рублей ежегодно. Такие огромные суммы неподъемны как для энергетике РФ, так и для РК. Президент США Д.Трамп вышел из Парижского соглашения, которое по его мнению негативно скажется на американской экономике.

Между тем развитие казахстанской энергетики неразрывно связано с пылеугольной генерацией. Об этом говорил Президент РК Н.А. Назарбаев в Послании 2014 и министр энергетики РК К. Бозумбаев на ЭКСПО-2017.

В этих условиях разработка новых природоохранных технологий снижающих вредное воздействие ТЭС на окружающую среду становится особенно актуальным. Имеющие проработки показали, что радикально решить эту проблему имеющимися технологиями экономически не выгодно, необходимы новые инновационные идеи, связанные с применением новых материалов и полной автоматизацией всего технологического процесса.

Особенность газоулавливания с СВС-фильтрами заключается в том, что загрязненные летучей золой дымовые газы попадая в СВ-фильтры

быстро забивают их и эффективность работы резко снижается. Поэтому была принята двух стадийная схема очистки. Вначале в аппаратах с изменяемой геометрией и применением ИРО (интенсивный режим орошения) избавляемся от летучей золы (твердых частиц), а затем после дополнительного подогрева газы поступают в газоуловитель. Такая схема эффективна и обеспечивает требуемую степень очистки от летучей золы и затем – от вредных газов.

**Идея работы** - увязать работу золоулавливающего и газоочистного оборудования с режимом работы каждого котла и характеристиками сжигаемых углей за счёт применения новых конструкций с регулируемой геометрией и автоматизацией процесса.

Применение конструкций гидроциклонов и ТКВ с регулируемой геометрией позволяет изменить и оптимизировать гидродинамику потока, увязать результаты работы оборудования – процент золоулавливания с режимом работы котла, постоянного отслеживания (контроля), концентрации золы на выходе из установок и добиваясь путём автоматизированного изменения геометрии результатов, соответствующих нормативным требованиям. То же самое относится и к системам газоочистки, когда за счёт применения газоуловителей на современных СВС-композитных материалов и автоматизированного регулирования процесса обтекания фильтров, контролируя процент золоулавливания на выходе, удается добиться нормативных требований. Предлагаемые новые конструкции, обладают патентной чистотой.

Рассматриваемые вопросы очень сложны в теоритическом плане, но имеют большое практическое значение, обеспечивая существенную энергоэффективность. Вопросам энергоэффективности уделяется значительное внимание в выступлении президента Назарбаева и в правительственных документах:

- Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.09.2014г.);

- Постановление Правительства Республики Казахстан от 29.08.2013г. №904 «Об утверждении программы «Энергосбережение – 2020»;

- Указ Президента Республики Казахстан от 06.04.2007г. №310 «О дальнейших мерах по реализации стратегии развития Казахстана до 2030 года»;

- Постановление Правительства №1002 и 1003 от 29.06.2009г. «О внесении дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам энергосбережения»;

- Послание президента РК народу Казахстана 02.02.2010г. «Новое десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана»;

- Указ президента Республики Казахстан от 19.03.2010г. №958 «Об утверждении программы по форсированному индустриально - инновационному развитию Республики Казахстан на 2010 - 2014 годы»;

- Указ президента Республики Казахстан от 30.05.2013г. №577 «Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике»;

- Постановление Правительства Республики Казахстан от 28.06.2014г. №724 «Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года».

Особенно важна экономическая эффективность предлагаемых в диссертации природоохранных мероприятий обусловленная модернизацией существующего чрезвычайно дорогостоящего оборудования обеспечивающая существенную эффективность (до 700%). Таким образом предлагаемая работы является актуальной и востребованной.

**Цель работы.** Обеспечить нормативные показатели по выбросам летучей золы и газов путем полной автоматизации технологического процесса и применения новых конструкций аппаратов с регулируемой внутренней геометрией.

**Объект исследования** – системы пылегазоулавливания пылеугольных ТЭС и котельных.

**Предмет исследования** – автоматизация технологических процессов пылегазоулавливания котельных и ТЭС.

**Задачи исследования.** Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1) Разработать технологию очистки дымовых газов от твердых частиц (летучей золы) путем автоматизации процесса и применения аппаратов с изменяемой геометрией;

2) Разработать устройство, обеспечивающее автоматизированную очистку дымовых газов с помощью СВС-фильтров;

3) Разработать АСУ технологией газоочистки с использованием СВС-фильтров, обеспечивающих нормативные показатели выбросов вредных веществ.

**Методы исследования.** Методология исследования базируется на системном подходе к обоснованию комплекса теоретических и экспериментальных результатов, полученных при помощи методов математического и статистического анализа, математического и физического моделирования. Экспериментальные исследования проводятся с использованием современных электроизмерительных и электронных приборов.

**Научные положения и результаты, выносимые на защиту**

1) Предложенный АСУ и новый способ золоулавливания на основе аппарата с регулируемой геометрией, интенсивным режимом орошения и автоматизацией процесса;

2) Разработано устройство, реализующее этот способ золоулавливания;

3) Предложен новый способ газоочистки дымовых газов ТЭС с использованием СВС-катализаторов, позволяющий довести степень газоочистки до нормативных требований;

4) Разработаны АСУ и автоматизированное устройство, реализующее способ очистки газов с использованием СВС-катализаторов.

### **Научная новизна работы**

1) Разработаны математические модели течения потока в аппаратах с изменяемой геометрией (ТКВ, гидроциклоны и др.) и в конструкциях с автоматически регулируемых СВС фильтрах для очистки газов;

2) Предложены новые конструкции аппаратов с изменяемой геометрией, обладающие патентной чистотой;

3) Предложен новый способ многоступенчатой очистки газов;

4) Разработана система автоматического регулирования параметров гидроциклона, ТКВ и СВС фильтров;

5) Разработано комплексное программное обеспечение, реализующее предложенные модели и алгоритмы оптимального управления системы пылегазоулавливания с применением СВС фильтров.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, базируются на комплексном использовании современных теоретических, экспериментальных методах исследования и общих подходах к моделированию сложных систем с учетом существующих неопределенностей, влияющих на работу системы управления процессом пыле-газоулавливания. Сопоставимость результатов теоретических исследований, результатов моделирования и экспериментальных результатов достаточно высокая, что позволяет считать результаты диссертационной работы достаточно обоснованными и достоверными.

**Практическая ценность работы.** Применение аппаратов с регулируемой геометрией позволяет изменить и оптимизировать гидродинамику потока, увязать результаты работы оборудования – процент золоулавливания с режимом работы котла, постоянного отслеживания (контроля) концентрации золы на выходе из установок и добиваясь путем автоматизированного изменения геометрии результатов, соответствующих нормативам.

То же относится и к системам газоочистки, когда за счет применения газоуловителей на современных СВС - композитных материалах и автоматизированного регулирования процесса обтекания фильтров, контролируя процент газоулавливания на выходе, удается добиться нормативных требований. Предлагаемые способы и новые конструкции обладают патентной чистотой.

**Реализация результатов работы.** Основные научные и практические результаты диссертационной работы приняты для внедрения ТОО «Айрон-Техник», казахско-французским предприятием ТОО «Лаборатория альтернативной энергетики», ТОО «ТЕХНО-ВОСТОК», отдельные результаты используются в учебном процессе ВКГТУ им. Д.Серикбаева. Акты внедрения приведены в приложении.

Диссертационная работа была доложена на Ученом Совете АО «КазНИИЭнергетики» имени академика Ш.Ч. Чокина. Получена положительная рецензия на актуальность и перспективность внедрения полученных результатов. Выписка приведена в приложении.

**Связь с государственными программами.** Тематика диссертационной работы основана на приоритетных направлениях, выделенных в Постановлении Правительства Республики Казахстан № 1232 от 14 декабря 2007г. все вновь вводимые и существующие котлы ТЭС с 01.01.2013г. должны иметь пониженные эмиссии выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Научные исследования, представленные в диссертации, проводились в рамках грантового финансирования МОН РК по теме «Разработка новой автоматизированной технологии гидрозолоудаления на типичных ТЭС и предприятиях горнодобывающей промышленности Казахстана с использованием гидроциклонов с регулируемой геометрией», где диссертант являлся исполнителем.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на: Международной конференции «Труды международного симпозиума. Надежность и качество». Россия, Пенза, 2015; Международной научно - технической конференции «Материалы II МНТК "Творчество молодых - инновационному развитию Казахстана"; ВКГТУ, Усть-Каменогорск, 14-15 апреля 2016 г.»; Международной научно-практической конференции «13th international scientific technical conference on actual problems of electronic instrument engineering (apeie – 2016)»; «11-й Международный форум по стратегическим технологиям IFOST-2016. НГТУ, Россия, Новосибирск»; Международной конференции «Современные тенденции подготовки технических кадров и преподавания английского языка в условиях индустриально-инновационного развития Республики Казахстан» и XIII Международной конференции KazTEA "25-летие независимого Казахстана: к новым свершениям вместе с английским языком". 16-18 июня 2016 года. Усть-Каменогорск.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, в том числе 1 статья в конференции индексируемом в базе данных Thomson Reuters, 1 статья в журнале индексируемом в базе данных Scopus, 1 статья в конференции индексируемом в базе данных Scopus, 5 работ в изданиях рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 1 монография, 2 патента, 5 работ в сборниках международных конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников из 73 наименований, изложенных на 126 страницах компьютерного текста, включает 60 рисунков, 6 таблиц и 6 приложений.