

УТВЕРЖДАЮ

Начальник
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

М.В. Бедило

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) на диссертационную работу Оспанова Кайрата Кельденовича по теме «Автоматизация паровой завесы трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

1. Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность диссертационной работы Оспанова Кайрата Кельденовича обусловлена необходимостью повышения надежности и эффективности систем паровой завесы трубчатых печей, используемых в составе технологических установок гидроочистки дизельного топлива на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Учитывая высокие риски возникновения пожаро- и взрывоопасных ситуаций при нарушении герметичности оборудования, особенно в условиях высоких температур и давления, характерных для процессов гидроочистки дизельного топлива, разработка и внедрение автоматизированных систем контроля и управления параметрами паровой завесы является актуальной научно-технической задачей.

Действующие нормативные документы не содержат достаточных требований к автоматизации процессов регулирования давления пара в системах паровой завесы трубчатых печей, что приводит к зависимости их функционирования от ручного управления и снижает общую надежность противоаварийной защиты. В этом контексте формализация моделей, алгоритмов управления и логико-вероятностная оценка надежности систем

№ 6/85 от 01.09.2025

позволяют не только повысить технологическую безопасность, но и обеспечить научное обоснование проектных решений, что делает исследование своевременным и значимым для предприятий отрасли.

2. Цель, задачи и полученная новизна диссертационной работы

Целью диссертационной работы Оспанова Кайрата Кельденовича является разработка математической модели и алгоритма автоматизированного управления давлением пара в системе паровой завесы трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива, обеспечивающих повышение надежности и эффективности ее функционирования в условиях аварийных ситуаций.

Для достижения поставленной цели соискатель последовательно решил ряд теоретических и практических задач, научная новизна которых заключается в следующем:

– разработана математическая модель процесса управления давлением пара в паровой завесе трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива с фильтрацией текущей ошибки регулирования двойным скользящим средним;

– разработан алгоритм функционирования подсистемы контроля и управления давлением пара в паровой завесе трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива с фильтрацией текущей ошибки регулирования двойным скользящим средним;

– получены логико-аналитические и логико-вероятностные модели контуров подсистемы контроля и управления давлением пара в паровой завесе трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива.

3. Теоретическая значимость диссертационной работы

Теоретическая значимость диссертационной работы Оспанова Кайрата Кельденовича состоит в развитии научных основ автоматизированного управления параметрами паровой завесы трубчатой печи с использованием математического моделирования. Предложенная модель учитывает особенности технологического процесса, динамику исполнительных механизмов и включает фильтрацию ошибки регулирования методом двойного скользящего среднего, что обеспечивает устойчивость и точность системы. Полученные теоретические положения расширяют научную базу автоматизации противоаварийных систем

и применимы к аналогичным объектам нефтегазовой и химической промышленности.

4. Практическая значимость диссертационной работы

Практическая значимость диссертационной работы Оспанова Кайрата Кельденовича заключается в разработке и внедрении программного обеспечения для автоматизированного контроля и управления давлением пара в системе паровой завесы трубчатой печи, что позволило повысить эффективность противоаварийной защиты и снизить риски развития аварийных ситуаций. Полученные решения прошли апробацию на производственном объекте и могут быть использованы при модернизации паровых завес и систем противоаварийной защиты трубчатых печей на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

5. Достоверность полученных результатов диссертационной работы

Полученные в диссертационной работе Оспанова Кайрата Кельденовича результаты подтверждаются использованием апробированных научных положений и методов исследования, корректным использованием математического аппарата, а также обосновываются теоретическими и практическими сведениями, представленными в известных научных работах и публикациях.

6. Краткая характеристика диссертационной работы

Диссертация изложена на 151 странице и состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых сокращений, списка литературы и трех приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

Глава 1 «Анализ функционирования системы паровой завесы трубчатой печи в составе технологической установки гидроочистки

дизельного топлива» посвящена комплексному анализу аварийных рисков и недостатков существующих систем паровой завесы трубчатых печей. В главе проведен анализ статистики аварий на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях Республики Казахстан за 2014–2024 годы, определена высокая доля пожаров среди всех происшествий и проанализированы причины наиболее тяжелых из них, включая недостаточную эффективность паровой завесы при снижении давления пара ниже установленных значений.

Автором обоснована необходимость повышения надежности и автоматизации системы паровой завесы трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива, входящей в состав противоаварийной автоматической защиты. Выявлены ограничения действующих нормативных документов, в которых отсутствуют требования к автоматизированному контролю и управлению давлением пара. Проведен гидродинамический расчет, подтвердивший, что при одновременном запуске нескольких систем паровой завесы трубчатых печей в составе комплекса нефтепереработки давление снижается ниже критических значений, что приводит к снижению эффективности противопожарной защиты. На основании анализа сделан вывод о необходимости разработки модели и алгоритма управления, обеспечивающих стабильное функционирование системы даже при колебаниях нагрузки и параметрических отклонениях.

Глава 2 **«Разработка подсистемы контроля и управления давлением пара в паровой завесе трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива»** посвящена теоретическому обоснованию и построению математической модели управления параметрами системы паровой завесы. В данной главе автором разработана модель управления давлением пара с учетом характеристик исполнительных механизмов и условий технологического процесса, отражающая динамику изменения параметров в условиях возмущений. Особое внимание уделено применению метода двойного скользящего среднего для фильтрации текущей ошибки регулирования, что позволило повысить устойчивость системы к параметрическим отклонениям и улучшить качество регулирования. На основе разработанных моделей реализован алгоритм функционирования

подсистемы управления, проведение численных расчетов и имитационных экспериментов подтвердило его эффективность по сравнению с традиционными методами, при этом время переходных процессов удалось сократить на 61 % по сравнению с использованием фильтрации скользящей средней. Также сформулированы требования к комплексу технических средств и программному обеспечению, обеспечивающему функционирование разработанной подсистемы.

В главе 3 «**Расчет показателей надежности и оценка эффективности**» разработаны логико-аналитические и логико-вероятностные модели, позволившие количественно оценить надежность работы подсистемы контроля и управления давлением пара в паровой завесе. Выполнена идентификация уязвимых элементов и анализ функционирования в различных режимах, включая частичные отказы и параметрические отклонения. На основе моделей реализовано резервирование критичных компонентов, что обеспечило повышение вероятности безотказной работы по функции «F-1» в среднем на 2 % и по функции «F-2» в 2,4 раза, при этом достигнутые показатели соответствуют требованиям к функциональной безопасности.

Внедрение параметра, отражающего наличие паровых завес трубчатых печей с функциями контроля и управления давлением пара на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, позволило объективно оценить эффективность предлагаемых технических решений и обеспечило снижение уровня пожароопасности объекта на 13,6 %.

В заключении сформулированы основные выводы по результатам исследования.

В приложениях представлены результаты расчетов экспертной оценки. Приведены свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и акты внедрения полученных научных результатов.

7. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Полученные результаты исследований Оспанова Кайрата Кельденовича могут быть использованы при проектировании и модернизации систем автоматизированного управления паровой завесой трубчатых печей

на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, а также в образовательных и научно-исследовательских организациях при подготовке специалистов в области автоматизации и пожарной безопасности. Разработанные модели и алгоритмы могут быть адаптированы для применения на других объектах топливно-энергетического комплекса, характеризующихся схожими рисками возникновения аварий.

8. Соответствие автореферата основным положениям диссертационной работы

Автореферат диссертационной работы дает достаточно полное представление о полученных научных и практических результатах исследований. Содержание автореферата соответствует основным положениям и выводам диссертационной работы.

9. Публикации и апробация результатов диссертационной работы

По результатам диссертации опубликовано 10 научных работ, из них – 5 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК России, получено 1 свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программный модуль автоматической системы контроля и поддержки давления пара противопожарной паровой завесы трубчатой печи». Личный вклад автора в опубликованных работах не вызывает сомнений. Текст публикаций в достаточной степени раскрывает научные результаты проведенных исследований. Результаты исследований докладывались соискателем на 6 международных научно-практических конференциях и научных семинарах.

10. Замечания по диссертационной работе

По автореферату и диссертационной работе Оспанова Кайрата Кельденовича имеются следующие замечания:

– в первой главе, при анализе аварий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, следовало бы привести статистические данные по отказам в работе паровых завес трубчатых печей;

– в математической модели управления давлением пара (стр. 60, формула 2.20) целесообразно объединить описание фильтра двойного скользящего среднего текущей ошибки регулирования в одну обобщенную формулу;

– в описании комплекса технических средств подсистемы, приведенного на рисунке 2.20 (стр. 80), недостаточно подробно раскрыты возможные варианты интеграции с действующей системой управления;

– в третьей главе (стр. 95) следовало бы уточнить критерии, на основании которых были выделены наиболее уязвимые компоненты подсистемы.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Оспанова Кайрата Кельденовича, которая написана на высоком научном уровне. Работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты.

11. Общее заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Оспанова Кайрата Кельденовича соответствует областям исследования паспорта специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), а именно:

– пункту 12 «Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени»;

– пункту 14 «Теоретические основы и прикладные методы резервирования контуров управления, повышения эффективности, надежности и живучести АСУ на этапах их разработки, внедрения и эксплуатации».

Диссертация Оспанова Кайрата Кельденовича является завершенной самостоятельной научно-квалификационной работой, содержащей решение новой актуальной научной задачи, которая, исходя из цели исследования, заключается в разработке модели и алгоритма автоматизированного управления давлением пара в системе паровой завесы трубчатой печи технологической установки гидроочистки дизельного топлива, направленных на повышение надежности и эффективности функционирования противоаварийной защиты в условиях переменных технологических режимов. Результаты, полученные

соискателем, представляют практический и научный интерес. Диссертация соответствует критериям, установленным в пунктах 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, в части требований, предъявляемых к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор диссертации, Оспанов Кайрат Кельденович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Отзыв ведущей организации на диссертацию Оспанова Кайрата Кельденовича рассмотрен и одобрен 16 июля 2025 года на заседании научно-технического совета специалистами 6 научно-исследовательского центра «Развития технических средств и технологий» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ).

На заседании присутствовало 17 специалистов в области автоматизации технологических процессов и производств, пожарной безопасности, оценки рисков и предупреждения чрезвычайных ситуаций, из них: 1 доктор технических наук, 7 кандидатов технических наук.

Протокол заседания № 17 от 16 июля 2025 года

Главный научный сотрудник
6 научно-исследовательского центра
«Развития технических средств
и технологий» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
доктор технических наук, доцент
«15» 08 2025 г.


Чумак Сергей Петрович

Старший научный сотрудник
6 научно-исследовательского центра
«Развития технических средств
и технологий» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
«15» 08 2025 г.


Онищенко Юрий Анатольевич

Подписи г.н.с. Чумака С.П. и с.н.с. Онищенко Ю.А. 6 НИЦ ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) заверяю

Начальник отдела кадров
«15» 08 2025 г.


Чернякова Антонина Георгиевна



Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)).
121352, город Москва, улица Давыдовская, дом 7
Тел.: +7 (495) 287-73-05
Сайт: <https://vniigochs.ru/>
E-mail: vniigochs@vniigochs.ru