

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Сергея Сергеевича Горбунова «Система оптимального планирования и оптимизации рецептур смешения бензинов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Актуальность темы диссертации

В технологической цепочке установок на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) процесс смешения бензинов является одной из важных и завершающих стадий, определяющих качество товарных бензинов и, как следствие, эффективность производства НПЗ в целом.

Таким образом, задача повышения эффективности и оптимизации процессов производства бензинов является крайне актуальной как с точки зрения повышения качества продукции, так и с экономической точки зрения.

Из множества возможных рецептур компонентов смешения, удовлетворяющих спецификации товарных бензинов, выбирается одна, в соответствии с выбранным критерием оптимальности, обеспечивающая эффективность компаундирования бензинов.

Эффективность процесса достигается за счет сокращения расходов дорогостоящих компонентов бензина, минимизации издержек за счет оптимального расписания ведения процесса смешения.

С ростом объемов потребления автомобильных бензинов, а также в свете ужесточения требований к качеству товарных продуктов при переходе на современные европейские стандарты качества, предъявляемые к высокооктановым бензинам, математические модели, наиболее точно описывающих процесс смешения в производстве бензинов, являются основным и эффективным инструментом решения комплекса задач оптимизации и управления процессами смешения топлив.

Техническая реализация оптимального компаундирования требует решения целого ряда задач комплексной автоматизации объекта - автоматический контроль и регулирование показателей качества товарного бензина в режиме реального времени с использованием: поточных анализаторов качества; адаптивной математической модели смешения с учетом нелинейности ряда

показателей качества товарного бензина от состава; интеллектуальных систем мониторинга и коррекции измерений для обеспечения достоверности информации и, как следствие, повышения качества управления.

Основное содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка используемой литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 185 страниц, включающие 80 рисунков, 17 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 154 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и основные задачи исследований. Изложена научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы, представлена методология и методы исследования, степень достоверности и приведены данные об апробации работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе (стр. 12 – 49) проведен обзор методов компаундирования бензинов и основных проблем, требующих решения с целью интенсификации и повышения эффективности проведения процесса.

Представлен анализ влияния, входящих в состав бензина углеводородов. Рассмотрены особенности построения математических моделей процессов смешения бензинов, оптимального планирования компонентных ресурсов и оптимизации рецептур смешения бензинов. Проведен обзор, существующих программных продуктов оптимального планирования рецептур смешения топлив. Рассмотрены особенности построения математических моделей, решения задач оптимизации производственного планирования и управления процессами смешения бензинов и мазутов, сформулированы цели и задачи диссертационной работы.

На основе проведенного обзора и анализа особенностей построения математических моделей, решения задач оптимизации производственного планирования и управления процессами смешения бензинов и мазутов сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе (стр. 50 – 84) представлено описание структуры системы оптимизации и управления смешением товарных нефтепродуктов, состоящей из подсистем, предназначенных для планирования, мониторинга и исполнения задач смешения на НПЗ. Представлены модели расчета октановых чисел по исследовательскому методу (ОЧИМ) и давления насыщенных паров (ДНП).

Технология смешения и производство бензинов определенной марки осуществляется по партиям по времени. Рецептуры смешения бензинов рассчитываются для каждой партии.

Задание на планирование и смешение бензинов состоит: из требований к плану производства бензинов, сроков и критериев оптимизации; цен на компоненты смешения; запасов компонентов смешения и остатков товарной продукции в резервуарах; данных анализа состава и показателей качества компонентов смешения и бензинов с лабораторной информационно-менеджмент системы.

Представлены: статические и динамические модели процесса смешения бензинов; модели расчета октановых чисел и давления насыщенных паров с учетом фактора парных взаимовлияний компонентов смешения на их величину; индексные методы расчета показателей качества компонентов и продукта.

Разработана модель оптимизации и управления смешением бензинов в режиме реального времени и процедура оптимизация рецептур смешения бензинов с использованием рекуррентной нейронной сети Хопфилда.

В третьей главе (стр. 85 – 104) представлена постановка задач оптимального планирования операций производства бензинов.

Модель включает в себя оптимизацию рецептур бензиновых смесей, задачи распределения потоков от резервуаров хранения компонентов смешения до смесителей, после смесителей в продуктовые резервуары, операционные требования к автоматизированной системе смешения и технологических и экономических требований.

Планирование и принятие решений состоит из четырех основных этапов:

1. Формулировка задач для достижения соответствующих целей, требований и/или целевых показателей спроса;
2. Формулировка каждой подзадачи;
3. Определение последовательности выполнения задач;
4. Определение времени выполнения задач от момента запуска до остановки.

В системе смешения бензинов компоненты из резервуаров хранения подаются в продуктовые резервуары на смешение или в поточные смесители (блендеры). Смесительные резервуары на каждом интервале времени имеет только входящий поток продукта либо только выходящий (рис. 3) для периодической системы смешения.

Приведены основные этапы формулировки и результаты решения задач планирования и принятия решений по управлению процессом смешения производства бензинов:

1. Сформулирована оптимизационная задача планирования операций смешения бензинов с учетом: горизонта планирования; набора компонентов смеси и их соответствующих профилей поставок; портфеля заказов на поставку для каждого продукта.

2. Разработаны алгоритмы оптимизации технологической схемы смешения бензинов по технологической цепочке: резервуары – трубопроводы - смесители

3. Разработаны алгоритмы и блок схемы:

- оптимизационного сужения границ (ОВВТ), состоящей в релаксации ограничений с нелинейными зависимостями в малом диапазоне, приводящей к решению линейной задачи:

- глобальной оптимизации технологической схемы смешения бензинов «резервуары компонентов смешения – трубопроводы – смесители – резервуары продуктов».

4. Результаты моделирования и оптимизации рецептур смешения бензинов и мазута приведены в Приложениях Б и В.

В четвертой главе (стр. 105 – 152) представлена структура разработанного программного комплекса, результаты моделирования и оптимизации рецептур смешения бензинов.

В Приложении А приведены индексные модели и алгоритмы расчета нелинейных показателей качества бензинов и мазутов, таких как давление насыщенных паров и октановые числа бензинов, вязкость мазутов.

Представлена логическая структура реляционной базы данных для ПК ОПОР. Конфигуратор, использующий исходные данные, создает связанные таблицы топлив, спецификаций, компонентов смешения и их показателей качества для марки выбранного топлива.

Приведены результаты оптимального планирования и оптимизации рецептур смешения производства бензина и мазута для Сызранского НПЗ и Сургутского завода стабилизации конденсата.

В Приложениях Б и В представлен обширный материал результатов моделирования и оптимизации рецептур смешения бензинов и мазута.

Научная новизна диссертации

1. При создании математической модели смешения бензинов и мазутов с учетом нелинейности показателей качества топливной смеси использованы индексные методы оценки показателей качества топливной смеси;

2. Система оптимального управления смешением бензинов в режиме реального времени построена с учетом параметрической неопределенности;

3. С целью уменьшения влияния возмущений на процесс компаундирования топлив представлен алгоритм интеллектуальной системы мониторинга и управления процессом смешения в производстве бензинов в режиме реального времени;

4. Разработаны математические модели и алгоритмы оптимизации операций процесса производства бензинов, автоассоциативной нейронной сети и оптимизации рецептур смешения бензинов.

5. Разработан программный комплекс оптимального планирования и оптимизации рецептур смешения бензинов с идентификацией параметров модели.

Теоретическая и практическая значимость диссертации

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в разработанной впервые автоматизированной системы, математических моделей и алгоритмов оптимального планирования и оптимизации рецептур смешения производства бензинов и мазутов.

Практическая значимость полученных результатов заключается в следующем:

1. Сформулированы критерии оптимизации рецептур смешения бензинов и мазутов с точки зрения максимума производства товарного бензина;

2. Предложена модель и алгоритм онлайн-мониторинга элементов измерительной системы с использованием авто-ассоциативных нейронных сетей и аппарата статистического анализа данных для группировки по их принадлежности к технологическим режимам и самокоррекции ошибочных измерений для каждой из этих групп;

3. Разработаны база данных и программный комплекс решения задач оптимального планирования и оптимизации рецептур смешения производства бензинов и мазута.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов и выводов диссертации

Научные положения и выводы диссертационной работы Горбунова С.С. обоснованы проведением научных исследований и подтверждаются значительным объемом теоретических и практических данных.

Достоверность результатов исследования основана на использовании исходных данных для моделирования и расчета рецептур смешения бензинов и мазутов, показателей эффективности рецептур смешения для сравнения с реальными данными по рецептурам на НПЗ.

Полученные результаты и их достоверность не противоречат данным моделирования тестовой задачи и результатам опытной эксплуатации.

Работа была апробирована на международных и российских научно-практических конференциях.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 10 печатных изданиях, в том числе 3 статьи в изданиях из перечня ВАК. Результаты научного исследования подтверждены участием на научных мероприятиях всероссийского и международного уровня: опубликовано 7 работ в материалах всероссийских и международных конференций.

Получено свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2018613287 «Программный комплекс оптимального планирования и оптимизации бензинов и мазутов» от 07.03.2018 г., Версия 2.0 (ПК ОПОР v 2.0).

Рекомендации по практическому использованию результатов

Теоретические положения диссертационной работы и практические результаты, полученные на заводских испытаниях ПК ОПОР, показали его преимущество относительно западных аналогов, как с точки зрения оптимальных рецептур, так и с точки зрения гибкости использования при дополнительных условиях и требованиях технологического персонала на установке.

Оптимизация рецептур смешения бензинов обеспечит увеличение выпуска высокооктановых бензинов без изменения объемов вовлекаемых сырьевых потоков, что свидетельствует о повышении эффективности использования

ресурсов производства, позволяющей производителю получить дополнительную прибыль.

Замечания и рекомендации по диссертации

1. В диссертации было бы не лишним указать на преимущество и недостатки разработанного программного комплекса ПК ОПОР от импортных аналогов.
2. В заключительной четвертой главе диссертации подробно представлены интерфейсы программного комплекса ПК ОПОР. Эти материалы целесообразнее было бы представить отдельным Приложением.
3. В уравнении 2.8 (стр. 55) нет пояснений приведенных коэффициентов модели оценки давления насыщенных паров бензинов от состава и показателей качества компонентов смешения.
4. По рис. 2.3 - Функциональная структура системы управления смешением бензинов, какие поточные анализаторы по принципу действия будут использованы в АСУ ТП компаундирования бензинов.
5. Какой метод оптимизации рецептур смешения топлив используется в ПК ОПОР?
6. Есть ли сравнение и анализ эффективности рецептур смешения бензинов, полученных в ПК ОПОР с импортными аналогами.
7. Какие сравнительные преимущества и недостатки у ПК ОПОР.

Общая характеристика работы и соответствие диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям и результатам исследований, диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, включая следующие направления исследований:

1. Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами.

2. Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления и их цифровых двойников.

3. Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизации модульных структур систем сбора, хранения, обработки и передачи данных в АСУТП и др.

4. Методы создания, эффективной организации и ведения специализированного и программного обеспечения АСУТП, АСУП и др., включая базы данных и методы их оптимизации, промышленный интернет вещей, облачные сервисы, удаленную диагностику и мониторинг технологического оборудования.

5. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, актуальность темы, новизну, практическую значимость и личный вклад автора в проведенное исследование.

Заключение

Диссертационная работа Горбунова С.С. на тему «Система оптимального планирования и оптимизации рецептур смешения бензинов» полностью отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД». Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые обоснованные научно-технические решения, направленные на решение актуальных задач эффективного компаундирования топлив на НПЗ.

По содержанию диссертационной работы можно сформулировать следующие выводы:

1. Цель и задачи диссертации обусловлены отсутствием системного решения и реализации задач оптимизации процессов компаундирования топлив с использованием российского программного продукта, обеспечивающих оптимальное планирование и оптимизацию рецептур смешения топлив.

2. Поставленная цель исследования в диссертации достигнута, сформулированные задачи решены на высоком научно-техническом уровне.

3. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации и личный вклад автора в исследование и решение поставленных задач.

4. По тематике, методам научного исследования, полученным результатам диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Несмотря на вышеизложенные замечания, диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, а ее автор Горбунов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент

МИРЭА - Российский технологический университет

к.т.н., доцент кафедры промышленной информатики РТУ МИРЭА



/подпись/

Рылов Сергей Андреевич

e-mail serg

@mir.ru

тел. (+7) 8

93-69.

119454, Российская Федерация, г. Москва, проспект Вернадского, дом 78.

Рылова С. А.

Подпись руки

Рылова С.А.
УДОСТОВЕРЯЮ:

07.02.2025

Начальник

Управления

М.М. Буханова
М.М. Буханова

