

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, доцента Зеленского Владимира Анатольевича на диссертацию Кузичкина Алексея Анатольевича, выполненную на тему «Адаптивная система управления технологическим процессом риформинга с идентифицируемой моделью»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические системы)

Актуальность темы исследования

На развитие нефтепереработки как в России, так и во всем мире, оказывают большое влияние такие факторы, как утяжеление сырья, ухудшение его качества, необходимость глубокой переработки компонентов нефти. Это обуславливает необходимость разработки новых научно-обоснованных методов и технических средств с целью повышения качества управления основными технологическими процессами. В связи с этим тема диссертации представляется актуальной.

Диссертационная работа посвящена проблемам автоматизации технологических процессов в нефтеперерабатывающей отрасли. Рассматриваются вопросы повышения эффективности технологического процесса каталитического риформинга путём разработки и применения адаптивной системы оптимального управления технологическим процессом с параметрически идентифицируемой проблемно-ориентированной математической моделью.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка и приложения.

В работе для решения поставленных задач использовались методы математического моделирования, методы численного решения дифференциальных уравнений, аппарат нейронных сетей совместно с итерационным методом поиска, методы математического программирования, методы поиска экстремума функций без применения дифференциальных

уравнений.

Первая глава работы носит обзорный характер – автор раскрывает теоретические основы процесса каталитического риформинга, приводит описание процесса каталитического риформинга, выявляет структуру технологического процесса каталитического риформинга как объекта управления. Автором выявлены основные причины изменения активности катализатора в ходе риформирования; выполнен сравнительный анализ двух основных подходов к построению математических моделей процесса каталитического риформинга и сформулированы преимущества и недостатки каждого из них; рассмотрены известные критерии оптимизации процесса; проведена оценка их эффективности с учетом современных реалий применения каталитического риформирования на нефтеперерабатывающих предприятиях.

Вторая глава посвящена разработке математической модели процесса каталитического риформинга, выбору структуры кинетической модели. Автором приводится расчет констант скоростей химических реакций и теплового баланса. Основопологающим элементом данной главы становится разработка алгоритма расчета коэффициентов математической модели каталитического риформинга и применение нейро-итерационного метода для идентификации модели, разработанного диссертантом. Произведена проверка адекватности математической модели по отношению к реальному процессу риформинга на основе сопоставления модельных и опытных данных, полученных с установки каталитического риформинга ЛЗ5-11/600.

В третьей главе диссертантом определяются задачи оптимального управления процессом каталитического риформинга. Разработанная авторская модель блока реакторов риформинга позволяет определить углеводородный состав реакционной смеси на выходе любого из реакторов расчетным путем. При этом развитие автоматизации нефтеперерабатывающей промышленности достигла уровня, когда началось производство датчиков, которые могут определять углеводородный состав в

реальном времени после каждого из реакторов при условии соответствующего программного обеспечения, которое создаётся индивидуально. Все эти факторы позволяют автору на основе математической модели вычислять оптимальные параметры для объекта управления.

Четвертая глава содержит положения, касающиеся структуры комплекса программ для моделирования и оптимизации процесса каталитического риформинга, также автором определяются потоки данных программного комплекса и разрабатываются основные принципы и подходы интеграции программного комплекса в инновационные системы SCADA на базе программного средства SCADA Trace Mode 6.

Степень новизны и обоснованности научных положений

К числу новых научных результатов, лично полученных автором данной работы, следует отнести:

1. Разработку проблемно-ориентированной на использование в контуре адаптивной системы оптимального управления параметрически идентифицируемой модели риформинга.

2. Создание нейро-итерационного метода идентификации математической модели, позволяющего оперативно восстанавливать адекватность модели.

3. Расширение возможных критериев оптимизации и добавление ограничений, которые в подобных системах автоматизированного управления необходимо учитывать при работе в режиме реального времени.

4. Применение комбинированного метода Хука-Дживса и Нелдера-Мида для быстрого и максимально точного поиска оптимальных температур катализата на входе в реакторы и расхода водородсодержащего газа в каскад реакторов.

5. Синтез программного обеспечения для системы управления, что позволяет выполнять сложнейшие вычисления и может применяться для управления технологическим процессом каталитического риформинга в

режиме реального времени.

Проведенное исследование обладает всеми признаками достоверности, которая обоснована корректностью допущений, опорой на основные физико-химические закономерности, корректностью математического аппарата и соответствии экспериментальным данным.

В целом работа отличается предметностью и обоснованностью теоретических и практических положений и выводов, основанных на использовании современного методологического инструментария. Автор показал способность самостоятельно ставить и решать актуальные научные вопросы. Основные положения диссертации были апробированы диссертантом в опубликованных работах, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Основные результаты работы, полученные в диссертации, докладывались на международных и российских конференциях: IV International Research-to-Practice Conference "Actual problems of information technologies, electronics and radio engineering - 2018" (ITER - 2018), 18.05-20.05 2018 г.; Молодёжная наука – XXI век (2014-2015 г.). Основные результаты работы также докладывалась на научных семинарах «Автоматизация и управление технологическими процессами», проводимых на базе ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет» в 2015- 2018 годах.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Идеи и разработки автора имеют теоретическую и практическую большую ценность, поскольку их использование позволит обеспечить более глубокую переработку нефтяного сырья, выходящую за рамки только процесса каталитического риформинга.

Практическое значение работы подтверждается актами о внедрении (использовании) результатов работы, полученных от АО «Сызранский НПЗ», ООО ИК «Сибинтек», ООО «Schneider Electric Центр Инноваций», ООО «Открытый код» и ФГБОУ ВО «СамГТУ».

Рекомендации по внедрению результатов исследования

Результаты работы рекомендуются к внедрению в системы автоматизированного управления технологическими процессами переработки нефти с целью повышения экономической эффективности объекта управления (ОА СНПЗ, ООО ИК «Сибинтек»). Полученные материалы рекомендуется применять в учебном процессе Самарского государственного технического университета для изучения сложных систем управления технологическими процессами в нефтяной отрасли.

Замечания

1. Замечания по существу работы:

1.1. В исследовании отмечается, что существует принципиальная возможность, вводя величины в уравнения математических моделей в качестве независимых переменных, оперативно и без дополнительной переработки информации об изменении состояния объекта, производить коррекцию модели по их текущим значениям (страница 37 диссертации). Представляется необходимым более подробно описать, каким образом данные значения могут влиять на свойства объекта.

1.2. В зависимости от выбранной жесткости процесса каталитического риформинга, точка оптимальных температур смещается в сторону более высоких или более низких температур для каждого реактора, исходя из требуемой производительности блока каталитического риформинга и других факторов. В процессе определения оптимальной температуры смеси на входе любого реактора следует учесть текущую жесткость процесса (страница 70 диссертации). Однако автором не описан механизм «смещения точки оптимальных температур».

1.3. На рисунке 4.6 (страница 110 диссертации) показано подменю оптимизации технологического процесса риформинга, на нём производится выбор одного из 4-х критериев оптимизации и вводятся ограничения (рисунок 4.7, страница 111 диссертации) по подаче сырья, кратности циркуляции ВСГ/сырьё, выходу катализата, октановому числу,

коэффициенту жёсткости, коэффициенту дезактивации, температуре сырья на входе реакторов. Однако не представлен алгоритм выбора критериев оптимизации технологического процесса.

1.4. Не совсем понятно, с какой целью комбинировался метод Хука-Дживса (пошаговое перемещение точки при фиксации положения относительно других координат) и Нелдера-Мида (последовательная деформация симплекса) если они решают одну и ту же задачу поиска безусловного локального экстремума функции со многими переменными без вычисления частных производных? В работе (страницы диссертации 80) не поясняется, в чем суть данной комбинации.

1.5. В описании основных компонентов программного обеспечения (страницы 98 – 112 диссертации) не достаточно подробно раскрыты такие интересные вопросы, как реализация нейронной сети, особенности программы идентификации, программы оптимизации управления ТП, вопросы интеграции программного обеспечения.

1.6. В полученных актах внедрения (использования) результатов работы, которые приводятся в приложении к диссертации (страницы 133 – 137), отсутствуют численные данные параметров процесса риформинга, содержатся, в основном, общие фразы.

2. Замечания по корректности формулировок:

2.1. В автореферате (страница 4) и диссертации (страница 5) пункт 1 раздела задачи чрезмерно перегружен в смысловом отношении и не совсем точен в грамматическом отношении.

2.2. В Автореферате (страница 5) и диссертации (страница 5), п. 1 раздела «Теоретическая и практическая значимость» изложен в виде: «Разработана математическая модель в форме соответствующего программного обеспечения». Данная формулировка представляется не совсем корректной, поскольку программное обеспечение – это инструмент, с помощью которого можно реализовать математическую модель, но оно не является формой математической модели.

2.3. В автореферате (страница 7) приводится фраза «...математические модели двух видов, эмпирические и кинетические». Фраза нуждается в пояснении. Если речь идёт о научной школе чл-кор. РАН М.Г. Слинько, этот вид назывался «математическим моделированием химической кинетики». Но в этом случае также используется большой массив эмпирических данных, т.е. данных, полученных опытным, экспериментальным путём.

3. Замечания по оформлению

3.1. В автореферате не выделен четвёртый раздел, после третьего сразу следует перечисление основных результатов работы. Хотя само содержание четвёртого раздела представлено.

3.2. Судя по рис. 4 (автореферат, страница 13) а также рис. 2.4, 2.5 (страницы 57, 58 диссертации), в схеме поиска идентифицируемого параметра количество итераций сокращается в 17 раз, что можно было бы просто упомянуть в тексте. Представленные рисунки не информативны.

3.3. На рисунках 6, 7 (автореферат, страница 11) а также рисунке 3.1 (диссертация, страница 73) не указаны размерности физических величин и хотя бы примерные численные значения характерных точек представленных кривых.

3.4. Рисунок 11 (автореферат, страница 19), а также рисунок 3.10 (диссертация, страница 91) не информативны. Не выделены характерные элементы, использование которых отличает представленную схему от уже известных.

Заключение

Высказанные замечания не умаляют достоинства диссертационного исследования, которое отличается актуальностью, научной новизной, теоретической и практической значимостью. Тема диссертации соответствует заявленной научной специальности, а автореферат соответствует диссертации. Основные результаты работы опубликованы.

Диссертация Кузичкина Алексея Анатольевича «Адаптивная система управления технологическим процессом риформинга с идентифицируемой

моделью» является глубоким и самостоятельным научным исследованием, отвечает всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические системы).

Официальный оппонент:

профессор кафедры конструирования и технологии электронных систем и устройств ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», доктор технических наук, доцент
Зеленский Владимир Анатольевич


«06» ноября 2018 г.

Докторская диссертация защищена по специальности:
05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (промышленность)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва»

Адрес: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, 34

Рабочий телефон: +7 (846) 276-45-39

E-mail: vaz-3@yandex.ru

