

О Т З Ы В

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Семёнова Анатолия Дмитриевича 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)

1 Актуальность темы диссертации

Бензины – основной вид горючего, которое применяется в двигателях внутреннего сгорания. Производство бензина – важнейшая область нефтеперерабатывающей индустрии России, в значительной степени влияющая на экономическое развитие нашего государства. По данным государственной службы статистики потребление бензинов в России в 2017 году составило более 80 млн. тонн. Государственной программой предусмотрено повышение глубины переработки нефти и рост качества нефтепродуктов, получаемых на отечественных нефтеперерабатывающих предприятиях.

Развитие отрасли обуславливает необходимость повышения производительности технологического процесса риформинга при помощи более глубокой переработки за счёт применения автоматизированных систем оптимального управления. Разработка систем управления наталкивается на проблему адекватного функционально-ориентированного математического моделирования технологического процесса с коррекцией математической модели в ходе риформинга.

В связи с этим, тема диссертационного исследования Кузичкина А.А., посвященного повышению эффективности технологического процесса каталитического риформинга путем разработки и применения адаптивной системы оптимального управления технологического процесса с

параметрически идентифицируемой проблемно-ориентированной математической моделью, представляется актуальной.

2 Научная новизна исследований и результатов

На основе анализа распространенных способов оптимального управления процессом каталитического риформинга, которые базируются на различных математических моделях, используемых для расчета оптимальных значений выбранных управляющих параметров, в диссертации предлагается оригинальная модель риформинга. Эта параметрически идентифицируемая модель ориентирована на использование в контуре адаптивной системы оптимального управления. Модель характеризуется повышенной точностью за счет внедрения в систему кинетических уравнений идентифицируемых параметров, базирующихся на текущих показателях процесса риформинга.

Также в работе впервые предложен и применён нейро-итерационный метод идентификации модели, который максимально снижает время восстановления адекватности модели по отношению к технологическому процессу. Метод отличается тем, что в качестве идентифицируемых параметров используются константы равновесий химических реакций, что позволяет повысить точность модели с сохранением физической адекватности.

На основе предложенной модели и метода в диссертации впервые ставится и решается задача оптимального управления технологическим процессом каталитического риформинга по одному из выбранных критериев оптимизации. В состав ограничений внесены коэффициенты жёсткости и дезактивации, которые ранее не применялись в подобных системах при управлении в режиме реального времени.

Для поиска экстремумов функции при поиске оптимальных температур на входах реакторов риформинга и расхода водородсодержащего газа в блок реакторов применяется комбинированный метод, состоящий из методов Хука-Дживса и Нелдера-Мида. Методика позволяет найти экстремумы за наименьшее время, и провести проверку найденных значений.

Научной новизной также обладает разработанный автором комплекс программ для математического моделирования и оптимизации процесса каталитического риформинга на базе программных обеспечений SCADA Trace Mode 6, VistaNET, VS Visual Studio. В основу разработанного программного комплекса положен модульный принцип исполнения.

3 Теоретическая и практическая значимость работы

По существу полученных автором результатов в теоретическом и прикладном аспектах можно резюмировать следующее.

С теоретической точки зрения соискатель поставил новые задачи в области автоматизации и управления технологических процессов в нефтегазовой отрасли, разработал математическую модель процесса риформинга, метод идентификации математической модели и программный комплекс для автоматизации вычислительных процедур.

В диссертации определены теоретические основы процесса каталитического риформинга, дается описание процесса каталитического риформинга и проводится анализ процесса каталитического риформинга как объекта управления. Показано, что адекватность используемой модели непосредственно влияет на верность расчета наилучших режимов, а, следовательно, и на качество управления процессом риформирования.

С практической точки зрения безусловную ценность имеют результаты экспериментальных исследований адекватности модели при оптимизации процесса каталитического риформинга. Также стоит отметить разработанный программный комплекс, адаптированный для использования на предприятиях реального сектора экономики в рамках систем управления технологическими процессами и производствами.

4 Достоверность исследования

Достоверность исследования обоснована корректностью указанных допущений, опорой на основные физико-химические закономерности

переработки нефтяного сырья, корректностью применяемого математического аппарата и соответствию экспериментальным данным.

Автор объективно доказывает, что разработанная математическая модель в составе системы управления технологическим процессом каталитического риформинга и необходимыми регулируемыми органами и датчиками, измеряющими параметры объекта управления, позволяет максимизировать целевой показатель при решении одной из 4-х задач оптимизации.

Достоверность полученных автором результатов подтверждается корректностью использования теоретических методов, сравнением полученных результатов с результатами выполнения реальных проектов и апробацией предложенных разработок в реальном секторе экономики. Результаты работы внедрены в производственный процесс компаний АО «Сызранский НПЗ» и ООО ИК «Сибинтек», за счёт внедрения адаптивной системы управления достигается рост эффективности производственного процесса на установках каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора на 3...7%. Результаты исследования также внедрены в производственный процесс ООО «Schneider Electric Центр Инноваций», ООО «Открытый код», использованы в учебном процессе ФГБОУ ВО «СамГТУ».

5 Рекомендации по использованию результатов

Основные положения и результаты диссертационного исследования, использованные в учебном процессе, обеспечат приближение студентов к инженерным реалиям создания систем управления. Разработки диссертации целесообразно внедрять на нефтеперерабатывающие предприятия, на которых есть установки каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора.

6 Замечания по работе

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В контексте вопроса управления процессом каталитического риформинга и выявлении недостатков, присущих рассматриваемым способам

управления процессом, автор указывает на «трудность автоматического измерения отдельных параметров, необходимых для реализации управления по предложенному способу». При этом не совсем понятно, о какой «трудности» идет речь в данном контексте.

2. Автором во второй главе осуществлены постановки задач оптимального управления процессом каталитического риформинга на основе экономического и технического анализа работы блока каталитического риформинга. Однако такие расчеты в работе не представлены (с. 97 диссертации).

3. В работе утверждается, что «основной причиной потери адекватности математической моделью процесса каталитического риформинга является изменение активности катализатора во всех трех реакторах в течение времени». (с. 56 диссертации). На мой взгляд, требуется конкретизация такого изменения и степень его влияния на состояние катализатора.

4. Недостаточно обоснован выбор модели нейронной сети, использованной для аппроксимации значений параметров в нейросетевом блоке адаптации модели.

8 Заключение

Несмотря на указанные замечания, цель диссертационной работы достигнута. Выводы диссертационной работы Кузичкина А.А. опираются на современный научный аппарат и методологию и являются в целом аргументированными. Публикации автора в полной мере отражают сделанные автором выводы и сформулированные им предложения. По результатам исследований опубликовано 10 научных работ, среди которых 1 статья, индексируемая в базе SCOPUS, 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК.

Автореферат диссертации отвечает предъявляемым требованиям и отражает основное содержание работы. Сама диссертационная работа обладает логической завершенностью, а совокупность сделанных в них выводов подчеркивает личный и достаточный вклад соискателя в развитие технических наук в рамках решаемой научно-технической задачи.

На основании изложенного, считаю, что диссертационная работа Кузичкина Алексея Анатольевича, выполненная на тему: «Адаптивная система управления технологическим процессом риформинга с идентифицируемой моделью» соответствует требованиям ч. 2 п. 8 и п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 30 января 2002 г. №74, а автор диссертации Кузичкин Алексей Анатольевич 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 «Информационно-измерительная техника и метрология», доктор технических наук, профессор

Семёнов Анатолий Дмитриевич

Докторская диссертация защищена по специальностям:

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами,

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Полное название организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пензенский государственный университет»

Адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40

Рабочий телефон: +7(8412) 56-35-11

E-mail: sad-50@mail.ru

Подпись Семёнова А.Д. заверяю

Ученый секретарь

Ученого совета ПГУ, к.т.н. доцент



Дорофеева Ольга Станиславовна