

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА,

доктора технических наук, профессора Баранова Дмитрия Анатольевича
на диссертационную работу Сафина Марата Абдулбариевича
«Разработка системы автоматического управления реактором синтеза
суспензионной полимеризации стирола с учетом кинетики процесса»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальностям 05.13.06 – Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами (химическая технология;
нефтехимия и нефтепереработка; биотехнология),
05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

Актуальность темы диссертационной работы

Полимерные материалы, в первую очередь стирол суспензионной полимеризации, является важной продукцией для развития промышленности. Несомненно, что качество получаемого продукта зависит от правильного выбора оборудования для его осуществления, а также режимов эксплуатации. Поскольку в процессе синтеза стирола его физические свойства изменяются в течении времени, важной проблемой поддержания высокого качества продукта является необходимость создания надёжной системы регулирования его параметров, связанная с кинетикой реакции полимеризации.

Одним из факторов, определяющих эффективность функционирования периодических производств, является длительность технологической стадии, которая, в свою очередь, складывается из времени элементарных технологических операций. Задача оптимизации элементарных технологических операций решается на нижнем уровне иерархии с применением систем управления.

Таким образом, диссертационная работа Сафина М.А., посвященная разработке системы автоматизированного управления реактором синтеза суспензионной полимеризации стирола с использованием кинетики процесса, является, несомненно, актуальной.

Основное содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов диссертационной работы, литературы (105 наименований). Работа изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 64 рисунка и 2 приложения.

Во введении сформулированы цель диссертационной работы, указана научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен подробный анализ процесса суспензионной полимеризации стирола и постановка задачи управления. В частности рассмотрены вопросы классификация процессов полимеризации, стадии процесса производства суспензионной полимеризации стирола, характеристика готового продукта, управление процессами полимеризации, существующие математические модели, оптимизация процессов полимеризации, постановка задачи управления и др.

Вторая глава посвящена исследованию процесса суспензионной полимеризации стирола на физической модели. В частности, разработана физическая модель по изучению динамических характеристик химических процессов, основанная на стандартном реакторе полного перемешивания с двухлопастной мешалкой. Особенностью модели является то, что при регулировании тепловых параметров процесса полимеризации стирола использовались тепловые потоки, выделяемые при химической реакции, а также при перемешивании реакционной среды (диссипация энергии).

Проведены эксперименты с различными условиями и соотношениями компонентов при загрузке их в реактор периодического действия.

Анализ экспериментальных данных позволил установить, что изменение управляющих величин – напряжение на обмотке реактора и частота, подаваемая на электропривод мешалки, позволяют понять физико-химическую природу процессов, протекающих в ходе превращения мономера в полимер.

В третьей главе изложены результаты разработки математической модели реактора синтеза полистирола. Приведено описание кинетики процесса, за основу которого взято два дифференциальных уравнения,

описывающие конверсию мономера и инициатора, рассчитан тепловой баланс реактора-полимеризатора в виде потоков энергии.

Проведена проверка адекватности полученной математической модели с помощью сравнения с реальными результатами, полученными на пилотной установке.

Четвертая глава посвящена программной реализации автоматической системы управления реактором полимеризации стирола.

Система управления процессом заключается в регулировании температурного режима в зоне реакции, с помощью изменения подачи теплоносителя и/или хладагента поступающего к реактору и коррекции с помощью уменьшения/увеличения скорости вращения мешалкой.

Предложенная система автоматического управления смоделирована программно с возможностью изменения исходных параметров загрузки и управления.

В приложении представлены результаты внедрения работы.

Работа аккуратно оформлена, написана хорошим техническим языком. В ней использован большой объем научной литературы по рассматриваемой проблеме.

Научная новизна диссертационной работы

Успешный процесс полимеризации стирола зависит от правильного выбора аппаратуры для его осуществления, а также разработки системы автоматизированного управления оборудованием на основании выявленных закономерностей и глубокого понимания протекающих процессов. В работе Сафина М.А. проведены исследования, позволившие получить ряд оригинальных результатов, к которым в первую очередь можно отнести:

- физическая модель, на которой произведено детальное исследование процесса синтеза полимеризации стирола и получены следующие результаты:
 - выявлен эффект увеличения мощности, требуемой для перемешивания реакционной среды в период «липкой» стадии

процесса и уменьшение мощности на поддержание температуры реакционной смеси в этот же период;

- обнаружена стадия перехода полимера из вязко-текучего состояния в стеклообразное;
 - установлена природа неустойчивости процесса: конкуренция процессов слипания полимерно-мономерных частиц и их «затвердевания», первый из которых контролируется степенью турбулизации реакционной смеси, а второй – кинетикой реакции полимеризации.
- на основании проведённых экспериментальных и аналитических исследований разработана математическая модель реактора суспензионной полимеризации стирола.

Практическая значимость диссертационной работы

В диссертационной работе Сафина М.А. на основании выполненных экспериментальных исследований и теоретических обобщений получен ряд важных практических результатов, к которым в первую очередь можно отнести:

- разработана система автоматического управления реактором синтеза суспензионного полистирола с учетом кинетики процесса;
- разработан способ автоматического управления реактором синтеза суспензионной полимеризации стирола, защищенный Патентом РФ 2534365;
- внедрение результатов работы в учебный процесс.

Степень обоснованности и достоверность научных

положений и выводов

Диссертационная работа Сафина М.А. содержит теоретическое и экспериментальное изучение процесса синтеза суспензионной полимеризации стирола с целью разработки системы автоматического управления реактором.

Экспериментальные исследования выполнены на высокопрофессиональном уровне с использованием стандартных методов регистрации и анализа, полученных данных современной регистрирующей техникой.

При решении поставленных задач использованы известные математические подходы и кинетические зависимости.

Полученные результаты не противоречат известным результатам отечественных и зарубежных исследователей, а также подтверждаются экспериментальными результатами самого автора.

Обработка полученных экспериментальных данных с целью получения расчётных зависимостей проводилась в соответствии с общепринятыми методиками.

Все это позволяет считать предложенный автором диссертации подход и полученные результаты, а также сделанные выводы установленными фактами.

Замечания

1. В диссертационной работе и в автореферате отсутствует список условных обозначений, что несколько затрудняет её восприятие.

2. При рассмотрении теплового процесса синтеза суспензионной полимеризации стирола в реакторе автор использует удельную поверхность теплообмена (2.1), однако с увеличением объема реактора и поверхности должны увеличиться тепловые потери, что в дальнейшем не учитывается.

3. При моделировании теплового баланса реактора автор использует коэффициент изменения объёма в ходе реакции полимеризации (ϵ), вместо записи изменения ряда параметров в дифференциальной форме по времени. Кроме того, не совсем понятно, каким образом определяется коэффициент ϵ .

4. Создавая математическую модель процесса синтеза стирола автор не учитывает диффузионные составляющие процесса.

5. При создании системы управления промышленным реактором-полимеризатором стирола автор использует данные, полученные им на

лабораторном реакторе. Однако, не совсем понятно, каким образом, гидродинамические характеристики лабораторного аппарата были перенесены на промышленный реактор.

Однако данные замечания не снижают общего положительного впечатления о рассматриваемой работе.

Заключение

Тематика исследования, цель и задачи работы, научная новизна, методы и способы, используемые в работе подтверждают ее соответствие паспорту специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая технология; нефтехимия и нефтепереработка; биотехнология) как по формуле, так и по области исследования (пункты 10, 13) и паспорту специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, по разделам области исследования: методы изучения химических процессов и аппаратов, совмещенных процессов. Приемы, способы и методология изучения нестационарных режимов протекания процессов в химической аппаратуре. Методы анализа (расчета) и оптимизации показателей устойчивости, надежности и безопасности химико-технологических систем.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Сафина М.А. на тему: «Разработка системы автоматического управления реактором синтеза суспензионной полимеризации стирола с учетом кинетики процесса», представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические решения, заключающиеся в исследовании процесса синтеза суспензионной полимеризации стирола в периодически действующем реакторе с учетом кинетики процесса, а также разработки системы его автоматического управления, имеющие существенное значение для развития отрасли.

Основное содержание диссертации изложено в 13 публикациях, отражающих содержание работы. Из них 4 статьи в реферируемых

изданиях, входящих в перечень рекомендуемых ВАК РФ, а также Патента РФ.

Автореферат полностью соответствует структуре и содержанию диссертации.

Таким образом, можно заключить, что работа соответствует критериям, установленным требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор работы, Сафин Марат Абдулбариевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая технология; нефтехимия и нефтепереработка; биотехнология), 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии»
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования «Московский
государственный машиностроительный университет (МАМИ)»

д.т.н., профессор

Дмитрий Анатольевич Баранов
«02» марта 2015 г.

107023, Москва, ул. Б.Семёновская, 38
(495) 223-05-23, добавочный 1325
Факс (499) 785-62-24
E-mail: mami@mami.ru

Подпись д.т.н., проф. Д.А.Баранова удостоверяю
Главный ученый секретарь Ученого совета
Университета машиностроения.
д.т.н., проф.



И.И. Колтунов