

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лопатина Кирилла Геннадиевича на тему: «Разработка и исследование системы автоматического управления периодическим реактором радикальной полимеризации метилметакрилата с нечеткими регуляторами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (промышленность)

Работа с химико-технологическими аппаратами экзотермического характера реакций зачастую связана с большими вероятностями неустойчивого хода процесса, так как вступающие в реакцию вещества могут вызывать нелинейный всплеск термической активности реакции внутри замкнутого объема. Подобный объект представлен в данной диссертационной работе, при этом описанный процесс радикальной полимеризации метилметакрилата (ММА) имеет существенные нелинейности в зависимостях от степени конверсии мономера и температуры процесса и как указано автором с некоторого этапа полимеризации происходит резкое возрастание выделения тепла в объем реактора. Подобные процессы достаточно сильно усложняют процесс построения структуры системы управления и тем более процесс выбора настроек возможных регуляторов. Так называемый гель-эффект сказывается не только на отклонении от нормальных условий протекания реакции, но и на динамике всего объекта в целом, что, по сути, делает необходимым изменения структуры системы управления. Исходя из этого, главной задачей является недопущение развития в процессе радикальной полимеризации гель-эффекта, то есть создание адаптивной структуры системы управления на основе выявления зависимостей и разработки кинетических и математических моделей. Вследствие этого, основная задача диссертации является актуальной, ее решение даст значительный положительный эффект при работе с данным реактором-полимеризатором и с аналогичными по зависимостям процессами.

Целью диссертационной работы Лопатина К.Г. является исследование процесса полимеризации ММА с целью разработки адекватных кинетической и математической моделей процесса и синтеза на основе данных моделей нечеткой системы управления периодическим реактором радикальной полимеризации ММА.

В своей работе соискатель проводит анализ процесса радикальной полимеризации ММА, определяет основные технологические величины, которые необходимо учитывать при создании адекватной модели и, следовательно, системы управления объектом. В качестве результатов анализа приведены зависимости конверсии мономера ММА от времени при определенных условиях, а также графики зависимостей температуры реакционной смеси и напряжения для различных концентраций инициатора и стабилизатора. Данные зависимости были получены экспериментально и на них явно видно начало работы указанного гель-эффекта и последствия его работы для процесса в целом.

Была разработана кинетическая модель процесса радикальной полимеризации ММА и математическая модель реактора. Такие модели позволяют



выявлять влияние воздействий на выходные технологические величины объекта и его состояние. Адекватность созданных моделей была проверена по критерию Фишера и дала положительный результат.

В рамках основной части исследований Лопатин К.Г. рассмотрел регуляторы, которые могут быть использованы для стабилизации динамики процесса радикальной полимеризации ММА. Здесь рассмотрены как классический ПИ-регулятор, так и построенные с использованием интеллектуальных подходов нечеткий и нечеткие гибридные регуляторы, реализующие аналог классического регулятора. По результатам рассмотрения результатов модельных экспериментов и с помощью интегральной оценки качества переходных процессов было выявлено, что гибридное управление с нечеткой коррекцией П составляющей классического ПИ-регулятора дает наилучший результат с точки зрения стабилизации процесса в реакторе-полимеризаторе при детектировании гель-эффекта.

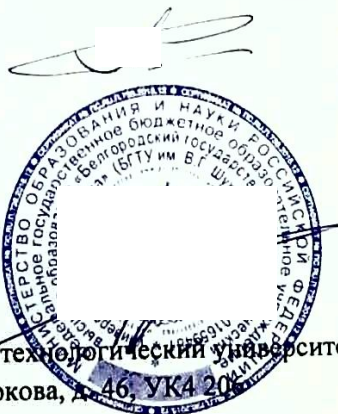
В качестве замечаний стоит отметить следующее: 1) как видно из автореферата апробация работы проведена только на локальных конференциях вуза, где обучался соискатель; 2) не проведено сравнение работы системы с включением классического ПИД-регулятора, которая могла бы также помочь детектировать фронт возрастания температуры и подавить гель-эффект. При этом, возможно, коррекция П составляющей при помощи гибридной нечеткой системы работает в качестве имитации присутствия Д-составляющей классического регулятора; 3) присутствуют ошибки в тексте.

Несмотря на выявленные недостатки, диссертационная работа Лопатина Кирилла Геннадиевича является полностью завершенной, целостной, имеет все необходимые атрибуты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Публикации и выступления на конференциях показывают глубокую научную проработку диссертации. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Лопатин К.Г. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (промышленность).

Заведующий кафедры технической кибернетики,  
засл. деят. науки РФ, докт. техн. наук  
(специальность 05.13.06), профессор  
Рубанов Василий Григорьевич

Подпись В.Г. Рубанова заверяю,  
проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова,  
докт. техн. наук, проф.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»  
Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК4 208  
Тел.: +7 (4722) 30-99-46  
E-mail: vgrubanov@gmail.com



18.05.2016 г.

Евтушенко Е.И.