

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе

Е.В. Румянцев  
2017 г.

**Отзыв ведущей организации**  
на диссертацию Кузнецова Андрея Сергеевича  
**«Алгоритмическо-информационное обеспечение системного анализа автоматизированных химико-технологических процессов структурирования многокомпонентных эластомерных композитов»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (химическая технология)

**Актуальность темы исследования.** На сегодняшний день задачи алгоритмическо-информационного обеспечения системного анализа автоматизированного процесса структурирования многокомпонентных эластомерных композитов для оптимизации показателей химико-технологических процессов структурирования сложных многокомпонентных эластомерных композитов имеют важное самостоятельное научное значение.

Большинство изделий из эластомерных материалов получают в процессе структурирования, что представляет собой химический процесс пространственного сшивания и технологический процесс создания готового изделия из эластомеров.

Современное промышленное производство изделий из эластомеров – сложный многостадийный процесс, характеризующийся наличием нескольких стадий. В общем виде система производства изделий из эластомеров представляет собой пример химико-технологической системы с последовательным соединением элементов.

В настоящее время требования к уровню свойств изделий из эластомеров все более ужесточаются. Для получения кондиционных изделий с требуемым комплексом свойств необходимо четкое соблюдение последовательности и параметров всех подготовительных и технологических операций и стадий резинового производства.

Повышению качества готового продукта способствует применение методов контроля и управления процессами смешения и структурирования, системный анализ производственных процессов, их детальное вербальное и математическое описание, а также информационное обеспечение принятия решений при контролировании процессов смешения и вулканизации на основе анализа реометрических кривых и информационных баз данных.

Организация управления процессом структурирования эластомерных композитов невозможна без его информационной поддержки на основе современных информационных технологий и систем.

Большое разнообразие составов резиновых смесей, которое насчитывает до полутора тысячи рецептов, а также индивидуальные для каждого полуфабриката параметры переработки в изделия диктуют необходимость создания информационной базы данных для организации информационных процессов сбора, обработки и передачи реометрической информации.

Для принятия решений по рациональному управлению и контролю процессов смешения и структурирования эластомерных композитов необходимо предоставление наиболее полных сведений о процессах, что диктует необходимость объединения всей доступной информации в информационную базу данных. Решение этих задач требует проведения системного анализа связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей на основе информационной технологии баз данных, теории управления и принятия решений.

В процессе исследования соискателем получены **новые научно обоснованные химико-технологические решения и разработки** в области алгоритмическо-информационного обеспечения автоматизированной системы управления сложными химико-технологическими процессами структурирования многокомпонентных эластомерных композитов. Среди них целесообразно отметить следующие:

- Разработано математическое и функциональное описание процессов смешения и структурирования эластомерных композитов на основе анализа реометрических кривых, что отличается от известных моделей описания процессов структурирования исследованием зависимости момента сопротивления материала деформирования от времени как функции распределения независимых случайных величин, и позволяет получать устойчивые статистические оценки процесса.
- Впервые с системных позиций рассмотрено управление жизненным циклом производства эластомерных материалов и изделий, что служит теоретической основой управления полным циклом разработка – производство – дистрибуция продукции из эластомерных композитов на основе интегрированных информационных систем класса ERP.
- По данным анализа реометрической информации установлены количественные соотношения между параметрами используемых математических моделей и вулканизационными характеристиками, используемыми в технологии структурирования эластомерных композитов, что отличает, от использованных ранее математических моделей процесса, возможностью интерпретации коэффициентов математических моделей на основе физико-химических представлений и подходов.

- Разработано алгоритмическое и программное обеспечение для расчета основных параметров моделей реограмм состояния на основе экспериментальных данных, позволяющее получать устойчивые статистические оценки реометрических данных, что отличает от использованных ранее математических моделей процесса структурирования, представлением кривых скорости процесса как функции распределения случайных величин, что позволяет провести статистический анализ, включающий расчет четырех моментов распределения (амплитудный анализ).
- Найдены оценки качества резиновой смеси и контроля готового изделия и выявления брака с помощью комплекса информационных моделей, формализующих последовательное преобразование ресурсов в готовую продукцию на основе различных регламентирующих документов, представленных картой смеси и паспортом смеси.
- Впервые с позиций системного анализа созданы методика и алгоритмы построения базы данных реограмм состояния эластомерных композитов, построенных на основе экспериментальных данных для сбора, систематизации, анализа и хранения реографической информации и применяемых для интеллектуальной поддержки при принятии решений управления процессами структурирования.
- Разработана архитектура интеллектуальной базы знаний для управления химико-технологическими процессами структурирования эластомерных композитов, на основе данных анализа реографической информации, отличающаяся от существующих информационных баз данных тем, что в ней помимо стандартных вулканизационных характеристик хранятся параметры описывающих их математических моделей.

**Теоретическое значение полученных результатов** заключается в том, что на основе проведенных теоретических исследований, предлагается алгоритмическо-информационное обеспечение автоматизированной обработки реометрической информации для управления химико-технологическими процессами структурирования многокомпонентных эластомерных композитов. Применение результатов исследований позволит значительно повысить эффективность функционирования химико-технологической системы производства изделий из эластомерных композитов.

**Практическая значимость полученных результатов** заключается в том, что на основе обобщения проведенных исследований реализовано информационное и алгоритмическое обеспечение для операций управления и контроля процессов смешения и структурирования эластомерных композитов. Методики и алгоритмы построения информационного обеспечения системы управления технологическим процессом структурирования эластомерных композитов реализованы в учебном процессе кафедр «Химии и технологии переработки эластомеров» и «Информационные системы в химической

технологии» Московского технологического университета при чтении спецкурсов для магистрантов и аспирантов. Интеллектуальная автоматизированная система управления химико-технологическими процессами структурирования эластомерных композитов применялась для обучения работников химической отрасли на курсах повышения квалификации в Государственном институте повышения квалификации и профессиональной переподготовке специалистов химической, микробиологической и медицинской промышленности МИТХТ им. М.В. Ломоносова.

**Соответствие паспорту специальности.** По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям **диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».**

По области исследования:

Пункту 1 «Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части проведения комплексных исследований процесса структурирования эластомерных композитов.

Пункту 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части проведения комплексных исследований процесса структурирования эластомерных композитов.

Пункту 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части разработки физико-химической модели процесса для определения новых параметров количественной интерпретации процесса.

Пункту 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части разработки комплекса математических и информационных моделей для формализации и определения участков контроля процесса и введения количественных составляющих процесса структурирования эластомерных композитов.

Пункту 3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части разработки представления реограмм состояния эластомерных композитов в новых системах координат для обеспечения функции оперативного анализа реографической информации.

Пункту 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в следующих частях: построен комплекс информационно-логических моделей для процессов смешения и структурирования эластомерных композитов, формализующий последовательное превращение сырья в готовую продукцию на основании регламентирующих документов.

Пункту 5 «Разработка специального математического и программного обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации» в части разработки комплекса математических моделей для количественного описания процесса и расчета основных статистических моментов.

Пункту 10 «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических, экономических, биологических, медицинских и социальных системах» в части разработки интеллектуальной информационной системы управления процессом структурирования эластомерных композитов.

Пункту 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации» в части разработки представления реограмм состояния эластомерных композитов в новых системах координат для оперативного и комплексного анализа реографической информации.

Материалы изложены в главах 1 – 4.

#### **Замечания и рекомендации по диссертации.**

1. При разработке информационных моделей процессов структурирования эластомеров автор использует структурно- функциональный подход. Известно, что функциональное моделирование не достаточно наглядно (ясно) отображает динамические свойства процессов по сравнению с объектно-ориентированным моделированием. Вместе с тем в работе отсутствует обоснование выбора именно функционального подхода.
2. При описании продукционной базы знаний, используемой в интеллектуальной системе управления процессом структурирования (гл. 3, п. 3.3) отсутствуют:
  - перечень лингвистических термов с соответствующими функциями принадлежности, которыми аппроксимируется количественная шкала базисных переменных – независимых  $X = \{x_i\}$  и зависимой  $y$ ;
  - полная база правил;
  - сведения о проверке базы правил «Если ..., То ...» на непротиворечивость;
  - описание процедуры перехода от нечеткого результирующего выхода (заключения)  $y = d_j, j[1, m]$  к количественной оценке выхода.
3. Не приведена конкретика по заполнению информационной базы данных.
4. Глава 4 перегружена графическим материалом. Большинство рисунков должны были быть вынесены в приложения.

#### **Заключение по диссертации**

В целом диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне: она представляет собой одно из научных исследований, в котором реализован системный подход к задаче создания интегрированной интеллектуальной системы управления сложными химико-технологическими

процессами смешения и структурирования многокомпонентных эластомерных композитов.

Несмотря на наличие ряда дискуссионных вопросов и отмеченных недостатков в рецензируемой диссертации, можно сформулировать следующие выводы:

1. Диссертация посвящена актуальной проблеме – повышению эффективности процесса структурирования эластомерных композитов за счет информационно-алгоритмического обеспечения автоматизированной обработки реометрической информации на основе физико-химических представлений и кинетических моделей, созданию информационной базы данных реограмм состояния, идентифицируемых на основе параметров математических моделей.
2. Цели и задачи диссертации обусловлены потребностями наук и практики.
3. Поставленная цель диссертационного исследования достигнута, и соответствующие задачи решены на достаточно хорошем научно-техническом уровне, текст и графический материал характеризуются хорошим оформлением.
4. Диссертация представляет собой исследовательскую работу, направленную на получение новых знаний и информации, обладает новизной и доказательностью.
5. По тематике, методам исследования, предложенным научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (химическая технология).

На основании ознакомления с содержанием диссертации, автореферата диссертации, опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение: диссертация А.С. Кузнецова «Алгоритмическо-информационное обеспечение системного анализа автоматизированных химико-технологических процессов структурирования многокомпонентных эластомерных композитов» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные теоретические решения по созданию новых математических и информационных моделей реограмм состояния на основе применения методики вибрационной реометрии и моделей, описывающих состояния многокомпонентного эластомерного композита в нотациях Гука и Алфрея, реализация которых вносит значительный вклад в экономическое развитие, повышение экологической безопасности и обороноспособности страны, что полностью соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842.

Соискатель – Андрей Сергеевич Кузнецов – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (химическая технология)».

Автореферат и опубликованные работы отражают содержание диссертации.

Диссертация обсуждена, отзыв ведущей организации заслушан и одобрен на расширенном заседании кафедры «Техническая кибернетика и автоматика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», протокол № 3 от 10 октября 2017г.

Отзыв Ведущей организации подготовил:

Заведующий кафедрой  
технической кибернетики  
и автоматика,  
Доктор технических наук, профессор  
05.17.08 – «Процессы и аппараты  
химических технологий»

*Handwritten signature and date: 10.10/17*

А.Н. Лабутин

Российская Федерация,  
153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 7  
телефон для справок: (4932) 32-72-26  
E-mail: [lan@isuct.ru](mailto:lan@isuct.ru)

