



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «КНИТУ», д.т.н.,
профессор Сабирзянов А. Н.

«05» _____ 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» на диссертационную работу МАСЛОВА Александра Александровича «Разработка системы принятия решений для определения оптимального режима процесса неизотермической вулканизации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (пищевая и химическая промышленность)».

Актуальность темы представленной работы. Продукция резиновой промышленности широко востребована практически всеми отраслями экономики и сферы услуг Российской Федерации. Одним из главных условий инновационного развития резиновой промышленности в России является расширение прикладных и теоретических научных исследований в области оптимизации и интеллектуальной поддержки управления технологическими процессами вулканизации эластомерных изделий с целью интенсификации технологических процессов, снижения энергозатрат и улучшения качественных показателей готовой продукции.

В настоящее время отсутствуют единый подход к описанию процесса неизотермической вулканизации и общая методология оценки вулканизационных характеристик и свойств вулканизатов, которая позволила бы выбирать оптимальный температурно-временной режим процесса. Используемые в настоящее время подходы к исследованию структурирования основаны на экспериментальных и графоаналитических

методах расчетов, которые часто не обладают в достаточной степени прогностической способностью. Анализ состояния исследований в данной области науки показывает, что в последнее время внимание ученых сосредоточено на разработке расчетных методов определения оптимальных режимов вулканизации на основе методов математического моделирования и оптимизации.

Диссертационная работа А.А. Маслова представляет собой законченный научный труд, в котором выполнены комплексный системный анализ, экспериментальные и производственные исследования структурирования резиновых смесей в условиях нестационарных температур, позволившие создать эффективную систему принятия решений для определения оптимального режима процесса неизотермической вулканизации.

Важность научных исследований, представленных в диссертации, состоит в разработке нового метода расчета режимов вулканизации толстостенных армированных композитов, позволяющего оценивать технологические возможности производства и планировать выбор материалов для изготавливаемых изделий. Автором предложен метод расчета теплофизических характеристик вулканизируемых резиновых композиций, основанный на решении уравнений теплопроводности в условиях зависимости коэффициентов теплоемкости и теплопроводности среды от температуры.

Можно с уверенностью утверждать, что сформулированные в диссертации научно обоснованные подходы, принципы и методы интенсификации процесса неизотермической вулканизации позволят повысить производительность и уменьшить энергоемкость технологического процесса.

Вследствие сказанного, диссертационная работа А.А. Маслова актуальна, имеет важное теоретическое и практическое значение.

Общая характеристика диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов после каждой главы, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 134 страницах машинописного текста, содержит 65 рисунков и 21 таблицу. Список литературы включает 131 наименование, в том числе 44 на иностранных языках. Приложения к диссертации представлены на 29 страницах. Печатные труды в полной мере отражают материалы диссертации, по теме которой опубликовано 22 научные работы, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных в ВАК, а также 3 статьи в журналах, индексируемых библиографической и реферативной базой данных SCOPUS, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация А.А. Маслова оформлена аккуратно, иллюстрированный материал подготовлен качественно, содержание автореферата отражает ее основные положения. Структура работы соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Достоверность исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Все научные положения, изложенные в диссертации, обоснованы и подтверждены экспериментальными исследованиями с погрешностью до 8%. Системный подход на основании современных теоретических данных о процессе позволил выполнить комплексный анализ процесса неизотермической вулканизации, в результате чего была разработана информационная система анализа и принятия решений для управления процессом неизотермической вулканизации и ее практическая реализация. Исследования проведены на построенных и идентифицированных автором по экспериментальным данным математических моделях неизотермической вулканизации, основанных на законах сохранения массы и энергии. Полученные результаты согласуются с теоретическими положениями, опубликованными в литературе, а также строгими математическими обоснованиями.

Анализ результатов внедрения программно-технического комплекса на ряде предприятий показал повышение производительности вулканизаторов за счет уменьшения продолжительности процесса вулканизации и снижение себестоимости резинотехнических изделий.

Основные выводы и рекомендации апробированы в промышленных условиях и одобрены при выступлениях соискателя на научных конференциях различного уровня, поэтому их достоверность не вызывает сомнения.

Значимость для науки полученных автором диссертационной работы результатов состоит в разработке структурной модели и теоретико-множественном описании потоков данных проблемно – ориентированной системы управления процессом структурирования эластомерных композиций. Предложены оригинальные алгоритмы обработки информации, позволяющие оценивать кинетические и теплофизические параметры процесса структурирования на основе экспериментальных данных. Также разработан комплекс математических моделей, учитывающих зависимости коэффициента теплоемкости от температуры и состава, а также теплопроводности от компонентного состава полимерных композиций.

Среднеквадратическая погрешность полученных значений температуры относительно измеренных составила не больше 2,8%. Данный подход можно использовать при моделировании процессов вулканизации, в частности, расчета температурных полей в резиновых изделиях.

Разработано программное обеспечение для решения прямых и обратных кинетических задач. Оно может быть использовано для проведения научно-исследовательских работ при исследовании процессов вулканизации резиновых смесей, и может быть включено в состав математического описания экспертной информационно-управляющей системы для выдачи рекомендаций по управлению процессом и принятия решений. С использованием разработанного программного продукта осуществлена

оценка параметров процесса неизотермической вулканизации. Погрешность математической модели составила 3,6%, что свидетельствует об ее адекватности.

Разработанное алгоритмическое обеспечение для анализа, обработки информации и принятия решений для определения режима вулканизации, с учетом температурных полей в исследуемом объеме, позволяет рассчитывать температурно-временные режимы процесса с требуемой степенью структурирования в различных точках многокомпонентных изделий.

Значимость для производства полученных автором диссертационной работы результатов заключается в том, что Масловым А.А. создана инновационная информационная система принятия решений, позволяющая рассчитывать оптимальные управляющие параметры и выдавать рекомендации по управлению процессом неизотермической вулканизации полимерных изделий различных составов, что позволит на этапе технологического процесса организовывать эффективные и экономически выгодные режимы вулканизации.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов работы. Результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать при принятии решений по оптимальному управлению процессом неизотермической вулканизации полимерных армированных композитов различных многослойных изделий на предприятиях резиновой промышленности, а также использовать в учебной и научно-исследовательской работах при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов направления «Химическая технология» по программам, связанным с технологией переработки эластомеров, а также в программах дополнительного профессионального образования для инженерно-технических работников предприятий шинной промышленности.

Соответствие полученных соискателем научных и практических результатов **паспорту специальности 05.13.01 – Системный анализ,**

управление и обработка информации (в промышленности) подтверждается следующим.

В соответствии с **формулой специальности** в диссертации:

- использован метод системного анализа сложного прикладного объекта исследования – процесса неизотермической вулканизации, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления с целью повышения эффективности функционирования объекта исследования;
- проведены исследования закономерностей функционирования и развития процесса с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими.

В диссертационном исследовании автор развивает следующие **области исследования** согласно паспорту специальности:

П1. Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

П 2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления;

П 4. Разработка алгоритмов и методов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

П 5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления.

По работе имеются следующие замечания:

1. В диссертации не приведены методики определения качественных показателей получаемых резиновых изделий. Не представлены описания блоков «Расчет показателей качества» и «Определение механических свойств», используемых на структурной схеме информационной модели системы анализа и принятия решений процесса вулканизации.

2. Сделанный автором вывод (стр. 79 диссертации): «анализ результатов исследования теплофизических параметров (теплопроводности и теплоёмкости, как функции температуры) резиновых смесей позволяет сделать вывод, что коэффициент теплоёмкости зависит от температуры и покомпонентного состава смеси, а теплопроводность полимерной

композиции зависит только от состава» – является тривиальным.

3. При определении оптимального времени вулканизации многослойных полимерных изделий при неизотермическом режиме на примере автомобильной шины учитываются только 4 слоя, что в данном случае несколько снижает адекватность теоретического описания процесса вулканизации реальному представлению, поскольку последние имеют существенную неоднородность профиля температур в объеме толстостенных изделий.

4. На рис. 4 автореферата при сравнении экспериментальных и рассчитанных температур по длине образцов отсутствуют экспериментальные данные.

5. Требуется пояснение используемого при решении задачи уточнения схемы химических превращений (стр. 83 диссертации) термина «максимальный механизм реакций».

6. Обратная задача химической кинетики это задача многоэкстремальная. Из диссертации (с. 107) неясно, обеспечил ли использованный метод Монте-Карло поиск значений кинетических коэффициентов, соответствующих глобальному минимуму критерия оптимизации?

7. Судя по найденным коэффициентам скоростей реакций (значения коэффициентов находятся в интервале от 10^{-7} до 10^{-23}) исследуемая математическая модель кинетики представляет собой систему жестких дифференциальных уравнений. Как обеспечивалась устойчивость сходимости при ее решении?

Указанные замечания не снижают высокий уровень выполненной научной работы.

Заключение

Диссертационная работа А.А. Маслова является завершенным исследованием, содержащим научно обоснованные технические и

технологические решения, внедрение которых внесет существенный вклад в развитие теории и практики процессов вулканизации полимерных изделий. Перечисленные аспекты диссертации позволяют сделать заключение о законченности и высоком уровне выполненной работы. Считаем, что она соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Маслов Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (пищевая и химическая промышленность).

Отзыв обсужден на заседании кафедры системотехники Федерального Государственного Бюджетного Образовательного Учреждения Высшего Образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Протокол № 7 от 1 ноября 2019 г.

Заведующий кафедрой системотехники

ФГБОУ ВО «КНИТУ»

доктор технических наук,

профессор

Зиятдинов

Надир Низамович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»), 420015, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68, тел. 8 (843) 231-41-94, e-mail: nnziat@yandex.ru

Подпись

Зиятдинова

удостоверяется.

Начальник ОЖИД ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Перельгина

О.А. Перельгина

« 05 » 11 20 19

