

О Т З Ы В

**официального оппонента на диссертационную работу
Дятлова Ильи Яковлевича «Математическое и алгоритмическое обеспечение системы поддержки принятия решений оператора линии непрерывной вулканизации кабельной продукции», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»**

Актуальность темы. Диссертационная работа посвящена созданию системы поддержки принятия решений (СППР) операторов технологических линий наложения изоляции при производстве кабелей и проводов. Растущая потребность отраслей экономики в новых типах кабельно-проводниковой продукции, реализация программы импортозамещения определяет необходимость совершенствования процесса изолирования с учетом возросших требований по качеству и надежности. Ряд номенклатуры высоковольтных кабелей выпускается только с изоляцией из различных марок резин. В этом случае определение технологических режимов, обеспечивающих стабильность завершенности вулканизации, наиболее важная и сложная задача. Это дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации Дятлова Ильи Сергеевича, является важной и актуальной.

Научная новизна и практическая значимость исследований. В диссертации И.Я. Дятловым представлены результаты, обладающие научной новизной, имеющие практическую значимость:

- на основе созданной автором новой модели системы поддержки принятия решений разработан метод управления процессом вулканизации кабельной изоляции;
- впервые разработана осесимметричная математической модели процессов тепломассопереноса и вулканизации изоляции внутри вулканизационной трубы, на основе которой разработаны алгоритмы управления режимом работы линии с учетом свойств резины и комплекса влияющих факторов;
- разработаны методики исследования вулканизационных свойств резиновых смесей;
- создана новая система поддержки принятия решений, позволяющая анализировать распределение температуры внутри изоляции кабеля с оценкой степени вулканизации резины;

- внедрение результатов работы в производство: проведение опытно-промышленных испытаний технологии подбора режима работы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Диссертантом изучены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения, отраженные в современной литературе по вопросам применения СППР в промышленности, технологии вулканизации кабельных резин, методов математического моделирования и экспериментального исследования. Список использованной литературы содержит 96 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. Автор корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов (методы системного анализа, теории принятия решений, адаптивного управления, математического моделирования, численных и экспериментальных методов). Сформулированные в диссертации рекомендации и выводы обоснованы и достоверны, опираются на существующую теоретико-методологическую базу, подтверждается согласованием с результатами экспериментальных исследований и численными решениями, полученными с помощью других методов.

Краткая характеристика основного содержания диссертации. Диссертация И.Я. Дятлова состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и трёх приложений. Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования; отмечается степень разработанности темы на основе работ отечественных и зарубежных авторов; формулируется цель и основные задачи работы; описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация. Дается краткое изложение содержания диссертации.

В первой главе автор рассматривает общие аспекты касающийся СППР, делая акцент на применение в кабельной отрасли. Рассмотрены вопросы формирования базы данных при производстве кабелей; типы резиновых смесей; агрегаты и способы вулканизации. Выполнен критический анализ работ, посвященных методам экспериментального исследования и подходам к математическому моделированию процесса вулканизации.

Вторая глава посвящена разработке структурной модели системы поддержки принятия решения для управления линией непрерывной вулканиза-

ции изоляции кабеля. Детально представлена структурная схема СППР; приведен порядок действий технического персонала при взаимодействии с системой. Описаны алгоритмы расчёта скорости линии, расхода экструдера и корректировки этих значений.

Третья глава посвящена разработке математической модели, описывающей тепловые процессы при вулканизации резины. Приведена разработанная автором система дифференциальных уравнений, позволяющая описать процессы тепломассопереноса с учетом свойств изоляции и технологических параметров процесса вулканизации. Приведены результаты экспериментальной проверки адекватности разработанной модели.

В четвертой главе описаны методики экспериментального исследования вулканизационных свойств 3 видов резиновых смесей. Получено семейство кривых вулканизации для различных температурных режимов. Приведены результаты определения зависимости времени завершения вулканизации образцов от температуры. Автором получено регрессионное уравнение, описывающее процесс вулканизации резины в зависимости от времени и температуры.

В пятой главе приведены результаты исследования закономерностей процесса вулканизации; оценено влияние на этот процесс теплофизических и кинетических величин для резин НЕРР и ТСШ-33. Показаны результаты влияния геометрических параметров кабеля и технологических параметров на процесс вулканизации. Приведен, разработанный Дятловым И.Я., алгоритм коррекции скорости и показана оценка эффективности применения СППР (сокращение времени принятия решений с нескольких часов до минут).

Замечания по работе:

1. В главе 1, п.1.2 перечислены компоненты, входящие в состав резин. В работе не отмечено, может ли оказать влияние различная рецептура и содержание специальных ингредиентов на свойства изоляции и режимы вулканизации?

2. В работе достаточно грамотно и подробно описан процесс разработки системы поддержки принятия решения (глава 2) и математического аппарата, позволяющего управлять технологическим процессом (глава 3). При

этом недостаточно показано как на реальном оборудовании обеспечить заданные тепловые режимы?

3. Регрессионное уравнение, описывающее процесс вулканизации резины, (главе 4) получено на основе экспериментального исследования характеристик 3 видов резиновых смесей. Автором не отмечено насколько применимо полученное выражение для других типов резин?

4. При оформлении рисунков принят разный формат (н-р рис. 4.1-4.4, 4.6-4.8, 5.3-5.16).

Отмеченные замечания не снижают качество исследования, не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации и общий высокий уровень работы.

Соответствие диссертационной работы указанной специальности.

Диссертационная работа Дятлова Ильи Яковлевича по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»:

пункту № 5 – «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;

пункту № 10 – «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах»;

пункту № 12 – «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации»;

пункту № 15 – «Теоретический анализ и экспериментальное исследование функционирования элементов систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик».

Заключение. Диссертация Дятлова Ильи Яковлевича является законченным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне, представляет решение актуальных задач.

В работе приведены научные результаты, позволяющие ее квалифицировать как разработку научно обоснованных технических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в решение важнейших задач отечественной кабельной промышленности, представляет собой завершённую

научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Диссертация написана доходчиво, грамотно и ясно изложена. В заключение работы сделаны четкие выводы. Выводы и рекомендации обоснованы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 – 14 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакциях от 21.04.2016 № 335 и 12.10.18 № 1168), а её автор Дятлов Илья Яковлевич достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Официальный оппонент,

доцент отделения

«Электроэнергетика и электротехника»,

кандидат технических наук, доцент

научная специальность:

05.09.02 Электротехнические материалы и изделия

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет»

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, д.30

www.tpu.ru

e-mail: leonov_ap@tpu.ru

тел.: (3822) 701777 доп.1923

Леонов Андрей Петрович

Подпись Леонова А.П. заверяю

Ученый секретарь ТПУ



Е.А. Кулинич