

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-  
АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»,  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 18 сентября 2020 г. № 67

О присуждении Власенко Сергею Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение работоспособности системы тягового электроснабжения совершенствованием мониторинга и диагностики болтовых электрических соединений» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 21 февраля 2020 г., протокол № 51 диссертационным советом Д 999.086.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Амурский государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, созданный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 г.

Соискатель – Власенко Сергей Анатольевич 1983 года рождения, в 2008 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры «Системы электроснабжения» Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Диссертация выполнена на кафедре «Системы электроснабжения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Игнатенко Иван Владимирович, заведующий кафедрой «Системы электроснабжения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

#### **Официальные оппоненты:**

Сидоров Олег Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Российской Федерации, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»;

Сухоруков Сергей Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Представили положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Уральский государственный университет путей сообщения».

В своем положительном отзыве, подписанном кандидатом технических наук, доцентом Ковалевым Алексеем Анатольевичем, заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» и утвержденным кандидатом технических наук, доцентом Бушуевым Сергеем Валентиновичем, проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», указано, что диссертация является научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющую существенное значение для инфраструктуры транспортных и электроэнергетических предприятий Российской Федерации, соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы (технические науки) и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Власенко Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 42 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 17 работ, из которых 2 статьи в изданиях, рекомендованных для публикаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) РФ, 2 – в издании, входящем в международную систему цитирования Scopus, 2 патента на изобретения, 1 монография. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 13,77 п.л., авторских – 4,09 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ – 0,87 п.л., авторских – 0,34 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. Ignatenko I V and Vlasenko S A Determination of criteria to find the

quality of an electrical connection 2016 Russian Electrical Eng. 87(2) 65-67.

2. Ignatenko I., Vlasenko S. Diagnostics of Electrical Connections of Electric Traction Network. TransSiberia 2019, AISC 1115, pp. 69-78, 2020.

3. Игнатенко, И.В. Новый подход к оценке состояния электрического соединения / И.В. Игнатенко, С.А. Власенко, Р.С. Кавлак // Энергетик. Изд-во НТФ «Энергопрогресс».- 2017.-№ 5. С. 21 - 24.

4. Игнатенко, И.В. Определение критериев оценки качества электрического соединения / И. В. Игнатенко, С.А. Власенко // Электротехника. - 2016. - № 2. - С. 9-11.

5. Патент на изобретение № 2659671 Российская Федерация. МИК В60М 3/02 (01.2006) Н02J 3/12 (2006.01). Система электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока 25 кВ /Н.П. Григорьев, А.П. Парфианович. И.В. Игнатенко, С.А. Власенко; заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. ун-т. путей сообщения. -№ 2016150010: заявл. 19.12.2016; опубл; 20.06.2018, Бюл. № 19,- 16 с.: ил.

6. Патент на изобретение № 2661628 Российская Федерация, МПК В60М 3/02 (01.2006). Система электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока 25 кВ / Н.П. Григорьев. А.П. Парфианович. И.В. Игнатенко, С.А. Власенко: заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. ун-т. путей сообщения. - №2017108336; заявл. 13.03.2017; опубл; 17.07.2018. Бюл. № 20. -12 с.: ил.

7. Игнатенко И.В. Повышение эксплуатационной надежности токопроводящих зажимов контактной сети электрифицированных железных дорог : монография / И.В. Игнатенко, С.А. Власенко. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС. 2016. -116 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы ведущей организации и официальных оппонентов (все положительные).

1. Отзыв ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения».

Отзыв положительный, подписан кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» Ковалевым Алексеем Анатольевичем и утвержденный проректором ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», кандидатом технических наук, доцентом Бушуевым Сергеем Валентиновичем.

Замечания: 1) На рисунке 2.3 диссертационной работы не указаны временные границы фаз нагрева и охлаждения. Из чего не понятно, к какой фазе относится область III? 2) С точки зрения визуализации дополнительный критерий угол  $\psi$ , показывающий скорость изменения коэффициента дефектности во времени, выбран правильно, однако, в программной обработке скорость изменения коэффициента дефектности рационально измерять в единицу времени. 3) Чем обусловлен выбор действующего тока величиной 600 А во многих теоретических исследованиях, приведенных в диссертационной работе и автореферате? 4) В главе 2 автором проведены исследования коэффициента дефектности в зависимости от величины переходного сопротивления, однако вызывает вопрос построения зависимостей коэффициента дефектности от токов разной величины. Будет ли в этих условиях меняться представленный угол  $\psi$  и будет ли он информативен при оценке состояния электрического соединения? 5) В диссертационной работе имеются незначительные замечания по оформлению и печати.

2. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук, профессора, заслуженного изобретателя Российской Федерации, академика Академии электротехнических наук РФ, заведующего кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Сидорова Олега Алексеевича.

Замечания: 1) В качестве дополнительного критерия в диссертационной

работе рассматривается угол  $\psi$ , который показывает скорость изменения коэффициента дефектности во времени. Отсюда возникает вопрос, будет ли изменяться оценка состояния электрического соединения, если, например, поменять масштаб осей построения? 2) На стр.52 диссертационной работы скобка указана в индексе, а должна закрывать величину. 3) Из текста автореферата и диссертационной работы не ясно, использовались ли специализированные программные средства (такие как SolidWorks, ANSYS и т.д.) для расчета коэффициента теплоотдачи болтового электрического соединения, т.к. процесс конвективной теплоотдачи является сложным физическим процессом для расчета показателей критериев подобия, которые описывают тепловые явления. 4) Автором представлен результат натурных замеров температуры провода и электрического соединения на стр.95 рис.3.17, в котором приведен график для двух состояний электрического соединения. Не совсем понятно, почему дополнительный критерий оценки - угол  $\psi$  не применен на этом реальном эксперименте? 5) Пропущена нумерация формулы на стр.110 в экономическом расчете (4.10) отсутствует.

3. Отзыв официального оппонента – кандидата технических наук, доцента кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Сухорукова Сергея Ивановича.

Замечания: 1) В п. 2.3 приведена общая формула теплового баланса зажима (формула 2.11), гласящая следующее: количество тепла, идущее на нагрев соединения равно сумме количества тепла, выделившегося при протекании тока через переходное сопротивление, количества тепла потока конвективной теплоотдачи и количества тепла, излучаемого нагретым зажимом. Все слагаемые приведены со знаком «плюс». Однако в дальнейшем тексте работы не пояснено, каким образом при переходе к формуле 2.19 составляющие, описывающие конвективный теплообмен и излучение, были взяты с отрицательным знаком. 2) В п. 2.4 приведено уравнение охлаждения

болтового электрического соединения, в котором приводится коэффициент  $h$ , зависящий от определённых климатических условий. Неясно, каким образом следует учитывать реально существующие климатические условия при выполнении диагностики состояния зажима в каждом отдельном случае для обеспечения достоверности расчетов режима охлаждения. 3) Во второй главе работы при расчете параметров конвективного теплообмена в тексте сделана ссылка на ранее опубликованную монографию, в которой производились данные расчеты. Сразу после ссылки приведены конечные результаты расчетов без описания методики проводимых расчетов и используемых средств (математических и/или программных). Такой способ изложения не позволяет в полной мере оценить корректность теоретических расчетов и их результатов по данному разделу. Отсюда вопрос к соискателю: какова была методика расчетов параметров конвективного теплообмена, какие математические и программные средства при этом использовались? 4) В главе 3 автором приведена методика и результаты моделирования тепловых процессов и коэффициента дефектности для зажима при переменных режимах работы. Тяговые токи при этом изменялись ступенчато в пределах от 200 А до 800 А с шагом в 200 А. Таким образом, исследованы ситуации с различной интенсивностью тепловыделения от протекающих токов (в том числе - частичного охлаждения при снижении величины тягового тока). Однако, в работе не представлены результаты исследования для ситуации полного охлаждения провода с зажимом (то есть для случая, когда после фазы нагрева тяговым током идет фаза охлаждения при величине тягового тока, равной нулю ампер). Такой подход не позволяет в полной мере оценить влияние переменных режимов работы на состояние зажима. 5) Автором приведена экономическая оценка эффективности внедрения разработанной методики диагностирования, при расчете которой в недостаточно полной мере было описано, каким образом оценивались капитальные вложения при внедрении. 6) В тексте диссертации и автореферата диссертации отсутствует информация о количестве экспериментов, проведенных для подтверждения

достоверности предлагаемых дополнительных критериев оценки состояния электрических соединений.

Отзывы на автореферат (все положительные).

1. Отзыв Поповой Наталии Андреевны, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Автоматизированные системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» и Дынькина Бориса Евгеньевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», Заслуженного энергетика РФ.

Замечания: 1) Из автореферата не ясно, учитываются ли в математической модели, кроме температуры окружающей среды, другие климатические условия (ветровое воздействие, влажность и т.п.)? В случае отсутствия дополнительных условий, может ли это повлиять на достоверность оценивания состояния электрического соединения? 2) Из текста автореферата не ясно, каким образом в программе будут определяться угловые соотношения дополнительного критерия оценки угла  $\psi$ , который показывает скорость изменения коэффициента дефектности по нагреву?

2. Отзыв Добрынина Евгения Викторовича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения».

Замечания: 1) Как блок сбора и обработки полученных результатов связан с базой данных? 2) Из текста автореферата не ясно чем обусловлен выбор величины условно номинального тока в 600 А?

3. Отзыв Титова Владимира Георгиевича, доктора технических наук,



профессора, профессора кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», заслуженного деятеля науки РФ и Плехова Александра Сергеевича, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

Замечания: 1) Излишне подробно описаны некоторые физические процессы, например, эволюции параметров контактного соединения, вопросы применения термографии. 2) Возможно, в этой связи присутствуют некорректные фразы, например, «В итоге в электрическую цепь включается не только предел прочности, но и сопротивление поверхностных пленок».

4. Отзыв Тихомирова Владимира Александровича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» и Астраханцева Леонида Алексеевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Замечания: 1) Каким образом блок спутниковой навигационной системы связан с тепловизионной камерой (рис. 8), чтобы управлять камерой на расстоянии? 2) В математической модели процесса нагрева болтовых электрических соединений как учитывается коэффициент теплоотдачи?

5. Отзыв Шевлюгина Максима Валерьевича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроэнергетика транспорта»

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Российский университет транспорта"

Замечания: 1) Из текста автореферата не понятно о каких зажимах идет речь. 2) Из автореферата не понятно чем обусловлен выбор времени протекания тока и соответственно нагрева контактного соединения (стр. 11). 3) В соответствии с текстом автореферата, на рисунке 2.а и 2.б показаны характеристики одного и того же цикла «нагрев охлаждение», однако на рисунке 2.б не указано деление на фазы нагрев и охлаждение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью официальных оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличием у них публикаций по теме диссертационной работы и сферы исследования, наличием их согласия; широкой известностью ведущей организации своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, наличием ее согласия.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработан** научный подход оценки состояния болтовых электрических соединений в условиях нестационарных режимов работы системы тягового электроснабжения, путем исследования изменения коэффициента дефектности по нагреву, позволяющий косвенным способом определить величину переходного сопротивления;

**предложено** оригинальное техническое решение системы мониторинга и оценки состояния болтовых электрических соединений в процессе эксплуатации, позволяющей за счет критериального подхода повысить работоспособность системы тягового электроснабжения;

**доказана** возможность оценки состояния электрического соединения с помощью дополнительных критериев, имеющих прямую корреляционную зависимость с величиной переходного сопротивления;

**введены** новые понятия «удовлетворительное состояние электрического соединения» характеризующее то, что величина переходного сопротивления электрического соединения не превышает нормируемое значение и за время пропуска электрического тока величина нагрева соединения не будет превышать установившейся величины нагрева проводов, входящих в это соединение; «угол  $\psi$ », показывающий скорость изменения коэффициента дефектности.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** возможность обеспечения работоспособности системы тягового электроснабжения путем совершенствования метода определения состояния болтовых электрических соединений на основе критериального подхода в оценке величины переходного сопротивления;

**использованы** методы математического моделирования, дифференциального интегрального исчисления, экспериментальных исследований, теории электроснабжения системы электрифицированных железных дорог переменного тока;

**изложены** основные положения, обеспечивающие работоспособность системы тягового электроснабжения на базе автоматизированной системы диагностики, основанной на определении дополнительных критериев оценки состояния болтовых электрических соединений;

**раскрыты** новые аспекты оценки состояния электрических соединений на основе измерения и расчета дополнительных критериев: характерная точка минимума, угол  $\psi$  и величина коэффициента дефектности для фазы нагрева и охлаждения;

**изучено** влияние резко-переменного характера тяговой нагрузки на изменение коэффициента дефектности по нагреву и состояние электрического соединения;

**проведена модернизация** математической модели определения превышения температуры электрического соединения от начального превышения температуры при его охлаждении, испытательного стенда для

исследования тепловых процессов в токопроводящих элементах контактной подвески.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** научно-технические решения, обеспечивающие получение и сбор данных о состоянии болтовых электрических соединений (патент на изобретение № 2661628 Российская Федерация «Система электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока 25 кВ»), параметров системы тягового электроснабжения (патент на изобретение № 2659671 Российская Федерация «Система электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока 25 кВ»), методика проведения диагностического исследования, позволяющая оценивать текущее состояние электрического соединения в процессе его эксплуатации внедрена на Дальневосточной дирекции по энергообеспечению, структурного подразделения Трансэнерго – филиала ОАО «РЖД»;

**определены** критерии оценки состояния электрического соединения, позволяющие косвенным образом определять величину переходного сопротивления в нестационарных режимах работы системы тягового электроснабжения;

**представлены** рекомендации по инженерной методике обработки результатов температурных исследований для количественной и качественной оценки изменения величины коэффициента дефектности в процессе эксплуатации болтовых электрических соединений. Данное решение используется в учебном процессе кафедры «Системы электроснабжения» ДВГУПС при подготовке студентов по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (специализация «Электроснабжение железных дорог»), по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** по определению температуры, величины тока и величины переходного сопротивления токопроводящих элементах контактной подвески тяговой электрической сети использовано сертифицированное оборудование, поверенное в установленном порядке;

**теория** построена на известных общепринятых положениях термодинамики и электротехники, дифференциального интегрального исчисления, электроснабжения железных дорог, математического моделирования тепловых процессов, протекающих в болтовых электрических соединениях.

**идея базируется** на анализе и обобщении современных и перспективных технологий определения состояния электрического соединения в системах электроснабжения для нестационарных режимов работы;

**использованы** основные положения программ стратегического и научно-технического развития железнодорожного транспорта и развитие систем диагностики и мониторинга инфраструктуры систем тягового электроснабжения на основе сбора и обработки результатов автоматизированных систем;

**установлено**, что качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках, является обоснованным;

**использованы** экспериментальные данные реального испытательного стенда для токопроводящих элементов контактной подвески и результаты эксперимента на полигоне электрифицированной железной дороги.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

проведении анализа функционирования токопроводящих зажимов контактной сети с последующим формированием задач теоретических и экспериментальных исследований;

разработке математической модели тепловых процессов, протекающих в

болтовых соединениях;

анализе и систематизации результатов исследования;

установлении основных критериев по оценке состояния электрического соединения;

разработке методики для определения состояния электрического соединения.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к внедрению на сети железных дорог.

На заседании 18 сентября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Власенко С.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **9** докторов наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из **23** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **0** человек, проголосовали: за **16**, против **0**, недействительных бюллетеней **0**.

Председатель

диссертационного совета

Д 999.086.03,

д.т.н., профессор

Соловьев Вячеслав Алексеевич

Временно исполняющий

обязанности учёного секретаря

диссертационного совета

Д 999.086.03,

член совета, д.т.н., доцент

Сериков Александр Владимирович

18 сентября 2020 г.

