

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный
авиационный технический университет
(ФГБОУ ВО «УГАТУ»)

К. Маркса ул., д. 12, Уфа, 450008.
телефон: +7 (347) 272-63-07.
факс: + 7 (347) 272-29-18.
e-mail: office@ugatu.su

№

УТВЕРЖДАЮ

Ректор УГАТУ,
доктор технических наук,
профессор

Н. К. Криони

« 13 » 10 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Сухорукова Сергея Ивановича «Автоматизированная система удаления льда с проводов ЛЭП», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.09 – «Электротехнические комплексы и системы».

Актуальность темы диссертации

В настоящее время одним из основных энергоресурсов, повсеместно используемых в промышленности и в быту, является электрическая энергия. Важной задачей в области энергетики является обеспечение бесперебойного энергоснабжения потребителей при соблюдении требуемого качества электроэнергии. Решение этой задачи зачастую осложняется тем, что воздушные линии электропередачи, по которым осуществляется транспортировка и распределение энергии, подвержены воздействию климатических факторов, приводящих к образованию гололеда на проводах, грозотросах и иных конструкциях линий. Интенсивное гололедообразование приводит к обрыву проводов, разрушениям опор, отключению линии, и, в конечном счете, к нарушению энергоснабжения потребителей и крупным затратам на восстановление линий. В связи с этим, представленная диссертационная работа, посвященная разработке и исследованию новых способов и устройств для борьбы с гололедом, а также разработке автоматизированной системы удаления гололеда, является актуальной.

Степень обоснованности основных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность основных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным применением положений общей теории электротехники, математики, теории колебаний, аргументированным подходом к постановке задач и получению результатов.

005096 *

По теме работы автором опубликовано 29 научных работ, из них 1 монография, 4 статьи в ведущих научных рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК, 10 патентов на изобретения.

Основные результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на региональных, всероссийских и международных конференциях в 2012-2016 годах.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность представленной диссертационной работы подтверждается результатами аналитических и экспериментальных исследований, проведенных на физическом макете, а также наличием ряда патентов и внедрением их на электроэнергетических предприятиях региона.

Научная новизна теоретических и экспериментальных результатов, полученных автором в работе, заключается в следующем:

- разработка классификации средств борьбы с гололедом на проводах линий электропередачи с учетом типов воздействий и способов управления;
- разработка нового энергоэффективного способа удаления гололеда, основанного на комбинации разнородных воздействий;
- проработка ряда новых комбинированных устройств для локальной очистки проводов, основанных на комбинированном многофакторном воздействии на слой льда;
- создание математических описаний процессов, происходящих при реализации предложенного способа, получение результатов численных экспериментов на разработанных моделях и проведение обширного экспериментального исследования, позволившего доказать адекватность полученных моделей;
- разработка интеллектуального модуля прогнозирования процесса образования гололеда, позволяющего учитывать тип образующегося льда и изменения параметров линии в процессе гололедообразования.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения, изложенных на 164 страницах машинописного текста, списка литературы из 138 наименований и 7 приложений. В работе содержится 71 рисунок и 9 таблиц.

Содержание и структура диссертации логически связаны, соответствуют поставленной цели и задачам. Язык и стиль оформления диссертации находятся на качественном уровне, содержательно представлены выводы исследований.

Во введении отражена актуальность выбранного направления исследования, поставлена цель и сформулированы задачи, отражена научная новизна, степень достоверности и практическая значимость полученных результатов и дана информация об апробации основных положений диссертационной работы.

В первой главе проведен обзор и анализ известных средств борьбы с гололедом, включая способы, устройства и системы. Выявлены основные

преимущества и недостатки, проведен анализ средних энергозатрат на проведение очистки проводов с применением тех или иных средств. На основе проведенного анализа разработана классификация средств борьбы с гололедом на проводах линий электропередачи с учетом типов воздействий и способов управления.

Материалы *второй главы* ориентированы на разработку новых средств борьбы с гололедом на проводах ЛЭП, сочетающих комбинированные разнородные типы воздействия на слой льда. Автором произведена разработка нового способа удаления гололеда с повышенными энергетическими характеристиками, основанного на применении электродинамического воздействия на параллельные провода, приводящего к тепловому и механическому влиянию на лед. Разработан ряд новых устройств для локальной очистки проводов, сочетающих разные типы воздействий – тепловой, электрический, механический, химический. Все разработанные способы и устройства объединяет общая идеология повышения энергетической эффективности процесса удаления гололеда за счет одновременного применения разнородных воздействий на лед, а также повышенная управляемость предлагаемых средств.

Третья глава работы посвящена вопросам математического описания и разработки математических моделей процессов удаления гололеда, происходящих при использовании предложенного способа. Математические описания разрабатывались с применением стандартных допущений, используемых при исследованиях вопросов, связанных с образованием и удалением гололеда на ЛЭП. Разработанные модели были проверены на работоспособность и адекватность и использованы при проведении серии численных экспериментов. Эксперименты, проведенные на моделях, позволили определить граничные параметры воздействий, необходимые для разрушения слоя льда, а также – границы применимости предложенного способа и сравнить затраты энергии с классическими средствами удаления гололеда.

В четвертой главе диссертационной работы проведена разработка прогнозирующего модуля автоматизированной системы удаления гололеда с проводов ЛЭП. При разработке автором были определены факторы, влияющие на процесс гололедообразования, выбраны из них наиболее значимые и, с учетом невозможности выражения некоторых факторов в численном виде, использован аппарат нечеткой логики для построения прогнозирующего модуля. Полученный в результате модуль позволяет определять тип образующегося в различных условиях льда и учитывать изменения параметров линии в процессе образования.

Материалы *пятой главы* посвящены экспериментальному исследованию предложенного способа на установке, выполненной в виде масштабного физического макета ЛЭП с подачей воздействия от управляемого выпрямителя тока, позволяющего программно задавать форму, частоту, величину и скважность подаваемых на провода макета импульсов. Результаты эксперимента позволили подтвердить адекватность

разработанных в третьей главе математических моделей, а также разработать методику учета влияния неравномерности распределения льда вдоль пролета на параметры воздействия.

Значимость результатов диссертации для науки и практики

Ценность для науки в диссертационной работе представляют разработанные способ удаления гололеда и математические модели процессов, происходящих при применении предложенного способа. Разработанные модели дают возможность использовать их при разработке новых и модернизации старых ЛЭП.

Практическую ценность в работе представляют разработанные устройства для локального удаления гололеда, сравнительно легко реализуемые с применением современных технических средств. Разработанные устройства могут найти широкое применение в случаях, когда обледенение охватывает небольшие участки линии и применение массовых средств борьбы с гололедом нецелесообразно.

Определенный интерес в работе представляет модуль прогнозирования гололедообразования, использование которого позволяет вести борьбу с гололедом, опираясь не на факт возникновения предаварийной ситуации, а на заблаговременный прогноз развития гололедной ситуации.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Диссертация соответствует заявленной специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы» и отрасли «технические науки» по пунктам паспорта специальности:

1 – «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем»;

3 – «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления»;

4 – «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях».

Тема и содержание диссертации соответствует научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию

Замечания по диссертационной работе

1. В работе не учитывается влияние ветра – вертикальные (пляска) и горизонтальные колебания проводов – на процесс разработанного электродинамического удаления гололеда с проводов ВЛ ЛЭП.

2. В работе не рассмотрено удаление гололеда электродинамическим способом с проводов ВЛ ЛЭП, выполненных с расщепленной фазой, а также с грозозащитного троса.

3. В работе не показано необходимое количество измерительных комплексов для обеспечения работоспособности прогнозирующего модуля, а также не рассмотрены способы повышения точности прогнозирования.

4. Недостаточно глубоко проработаны вопросы коммутации источника воздействия с различными вариантами ЛЭП.

5. При разработке автоматизированной системы не уделено внимание рассмотрению вопроса интеграции в систему имеющихся на ЛЭП датчиков.

6. При разработке автоматизированной системы не уделено внимание вопросам обеспечения помехозащищенности каналов связи между исполнительными устройствами, датчиками и прочими элементами.

Заключение по диссертации

Диссертация Сухорукова Сергея Ивановича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, и представляет собой самостоятельное законченное исследование, в котором содержится решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие средств борьбы с гололедом на проводах ЛЭП и страны в целом, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Сухоруков Сергей Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв обсужден на заседании кафедры электромеханики ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» 30 сентября 2016 г., протокол № 3.

Отзыв составлен:

д-р техн. наук, профессор Исмагилов Флюр Рашитович,
заведующий кафедрой электромеханики федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Уфимский государственный
авиационный технический университет»

Докторская диссертация защищена по специальности 05.09.03 –
«Электротехнические комплексы и системы»

Адрес организации: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12.

Рабочий телефон: (347) 273-77-87. Адрес эл. почты: ifr@ugatu.ac.ru

