



**XIV Всероссийская открытая молодежная
научно-практическая конференция
«Диспетчеризация и управление
в электроэнергетике»**

Материалы конференции

6-8 ноября 2019

Казань, 2019



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство энергетики Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»
АО «Системный оператор Единой энергетической системы»
Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания
Единой энергетической системы»
Благотворительный фонд «Надежная смена»

XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

Материалы конференции

6–8 ноября 2019 г.

Казань
2019

9. Imitation and physical modeling of the influence of ice coating on the propagation of location signals on the wires of overhead transmission lines / V.A. Kasimov [et al.] // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 8, Is. 8. Pp. 2836–2840.

10. Способ определения места дугового короткого замыкания локационным методом: пат. 2687841 Рос. Федерация № 2018114840; заявл. 20.04.18; опубл. 16.05.19, Бюл. № 14.

11. Локационное устройство с генератором сигналов произвольной формы и возможностью самодиагностики: п. м. 189904 Рос. Федерация № 2019104042; заявл. 13.02.19; опубл. 11.06.19, Бюл. № 17.

12. Мустафин Р.Г., Минуллин Р.Г., Касимов В.А. Испытательный стенд для проведения испытаний локационного комплекса: п. м. 190017 Рос. Федерация № 2019104045; заявл. 13.02.19; опубл. 17.06.19, Бюл. № 17.

13. Программное обеспечение локационного комплекса мониторинга воздушных линий электропередачи: свид. о гос. рег. программы для ЭВМ 2019617615 Рос. Федерация; заявл. 16.05.19; опубл. 18.06.19.

УДК 62-529

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРОВОДАХ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

Г.Р. Муртазина, М.Ф. Садыков
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
gulgena96@mail.ru

В статье описан разрабатываемый роботизированный комплекс для удаления гололеда с проводов воздушных ЛЭП. Проведён сравнительный анализ подобных роботизированных комплексов. Описаны их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: гололедно-изморозевые отложения, воздушные линии электропередач, робот, плавка гололеда.

В регионах с высокой влажностью и резкими перепадами температур воздуха существует проблема борьбы с интенсивным образованием плотного ледяного осадка – гололеда. Гололед – отложение льда на любых открытых поверхностях, преимущественно с наветренной стороны, в результате замерзания капель переохлажденных осадков (дождя, мороси, ледяного дождя), выпадающих при отрицательной температуре. Это приводит к нежелательным последствиям, таким как обрывы проводов, тросов,

разрушения арматуры, изоляторов и даже опор воздушных линий, что влечет за собой значительные экономические убытки. Поэтому во всем мире активно ведутся исследования и разрабатываются способы и устройства для борьбы с обледенением линий электропередач.

Магистральные стационарные воздушные линии электропередачи 110 кВ (рис. 1) и выше в особых случаях оснащают специальными стационарными системами плавки льда с помощью повышенного тока. Такие системы очень дорого стоят (свыше 10 млн руб.) и требуют квалифицированного обслуживающего персонала. Также при их использовании необходимо отключение этих линий от конечного потребителя электроэнергии. Из-за дороговизны таких систем их, естественно, используют далеко не везде.

Территория Республики Татарстан относится к II – III участкам по толщине стенки гололеда. Существуют районы, содержащие большое количество разветвленных воздушных линий электропередачи 6–35 кВ, которые не оснащены системами плавки льда. Это приводит к тому, что, когда действительно возникает изморось или ледяные дожди, на проводах ВЛ образуется гололед, под тяжестью которого происходит обрыв проводов. Это приводит к массовым отключениям, и единственный способ борьбы на таких линиях – это простое механическое разрушение. То есть сначала с помощью трактора или бульдозера расчищается путь от снега вдоль ЛЭП, затем электромонтеры специальными штангами сбивают гололед с люльки автовышки, и делается так каждые 20–30 м. Учитывая, что протяженность большинства ЛЭП достигает нескольких сотен километров, такой способ очень трудозатратен, занимает значительное количество времени и требует немалых денежных средств и специальной техники.



Рис. 1. Образование гололеда на ЛЭП

Мы разрабатываем роботизированный комплекс для удаления гололедно-изморозевых отложений на проводах воздушных ЛЭП (рис. 2), который позволит тот же самый процесс удаления гололеда с проводов ЛЭП значительно упростить, механизировать, ускорить и удешевить, и проводить работы под напряжением. Комплекс представляет собой робота, который поднимается к проводу на блоке с помощью троса, затем зацепляется за провод и начинает двигаться, преодолевая типовые точки подвеса 5–10 пролетов вдоль этого провода и разрушать механическим способом образовавшийся гололед специальным устройством для колки льда, затем он спускается, и оператор переносит его на следующую анкерную опору. Далее процедура повторяется. При использовании такого комплекса отпадает необходимость использования автовышки, не требуется расчищать путь вдоль ЛЭП, требуется 1–2 человека, которые могут перемещаться, например, на лыжах или снегоходе. Сам комплекс может перемещаться в специальном буксировочном транспортном контейнере. Питание комплекса как автономное (аккумуляторы), так и с питанием с земли.

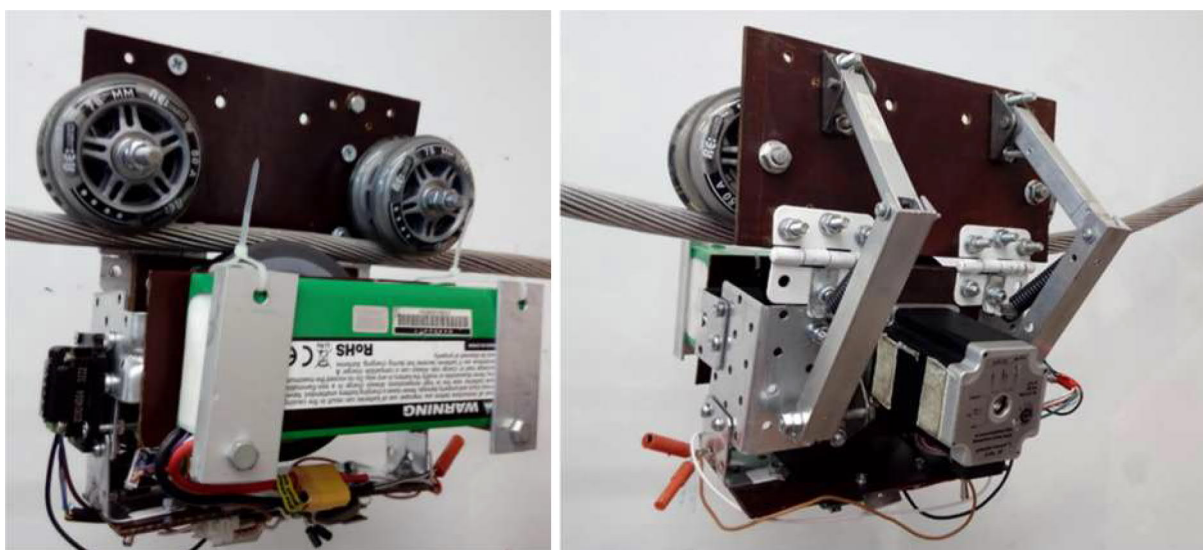


Рис. 2. Прототип механической части «Роботизированного комплекса для удаления гололедно-изморозевых отложений на проводах воздушных ЛЭП»

На сегодняшний день в мире существуют различные роботы для борьбы с обледенением проводов ЛЭП:

1. LineScout (Канада) – промышленный мобильный робот, который оборудован камерами и инфракрасными датчиками, перемещается по работающим линиям электропередач и дает информацию о состоянии линий, а специалисты управляют роботом дистанционно, находясь на земле, и таким образом обнаруживают повреждение, удаляют лед с проводов

и выполняют простой ремонт (рис. 3, *а*) [1]. Недостатками такого устройства являются сравнительно большой вес – 115 кг, диапазон температур от -10 до $+35$ °С, что не подходит для климатических условий нашего региона, и дороговизна робота (≈ 18 млн руб.) [2].

2. Expliner (Япония) – робот, оборудованный четырьмя различными лазерными датчиками, камерой высокой разрешающей способности, проводит полную диагностику состояния линии электропередачи, обнаруживает повреждения и выполняет небольшие ремонтные работы (рис. 3, *б*). Недостатками такого робота являются небольшой диапазон температур от -5 до $+35$ °С и сравнительная дороговизна устройства (≈ 15 млн руб.) [3] и др.

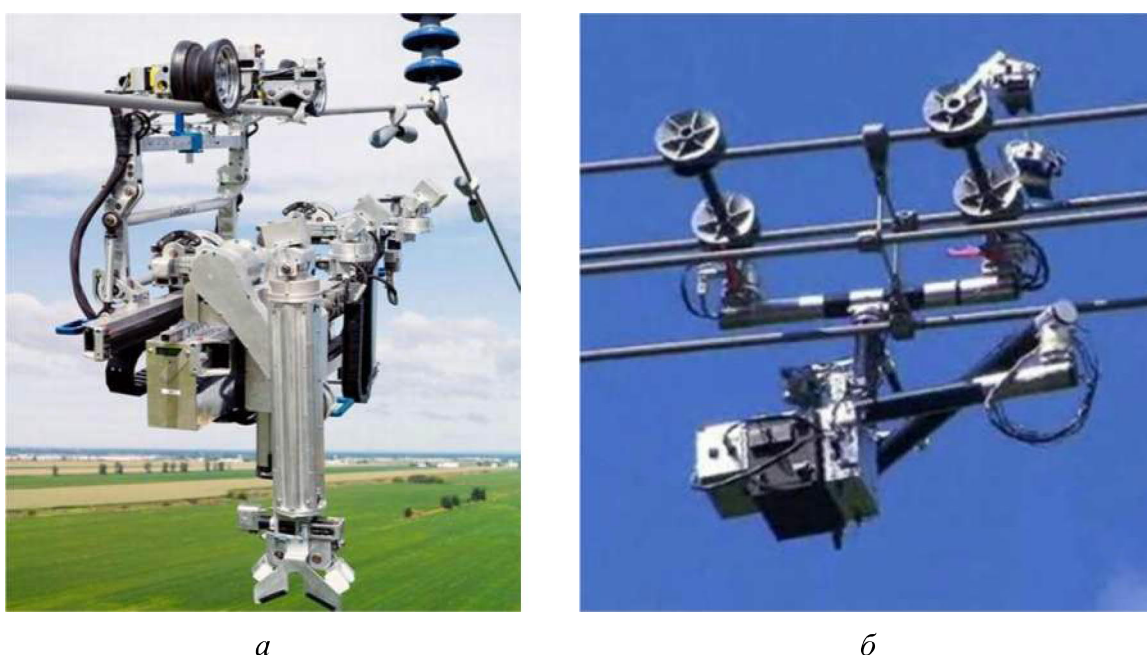


Рис. 3. Роботизированные комплексы зарубежного производства: *а* – робот LineScout; *б* – робот Expliner

Преимущества создаваемого устройства по сравнению с аналогами:

- стоимость робота значительно ниже (≈ 300 тыс. руб.);
- улучшенный функционал;
- вес оборудования – 30 кг;
- широкий диапазон рабочих температур от -40 °С.

Таким образом, роботизированный комплекс для удаления гололедно-изморозевых отложений на проводах воздушных ЛЭП позволит упростить и ускорить процесс удаления гололеда с ЛЭП, тем самым избавиться от проблемы обрыва проводов, разрушения арматуры, изоляторов, массовых отключений электроэнергии и других негативных последствий гололедно-изморозевых отложений.

Источники

1. Роботы для диагностики и обслуживания высоковольтных ЛЭП [Электронный ресурс]. URL: <http://www.titr-energo.ru/2017/03/roboty-dlja-diagnostiki-i-obsluživanija-vysokovoltnyh-ljep/> (дата обращения: 10.07.2019).
2. Промышленные роботы. Робот LineScout на линиях электропередач [Электронный ресурс]. URL: <http://roboting.ru/1253-robot-linescout-na-liniyah-yelektroperedach.html> (дата обращения: 10.07.2019).
3. Промышленные роботы Робот Expliner инспектирует высоковольтные линии [Электронный ресурс]. URL: <http://roboting.ru/957-robot-expliner-inspektiruet.html> (дата обращения: 10.07.2019).

УДК 621.311

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Нгуен Тиен
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
nguyentien.tuson@gmail.com

Рассмотрены возможности снижения потерь на собственные нужды трансформаторных подстанций. Проанализированы способы отвода и утилизации тепла потерь маслонаполненного трансформатора. Выполнено компьютерное моделирование силового трансформатора. Определены поля температур и тепловых потоков в продольном и поперечном разрезах маслонаполненного силового трансформатора в режимах холостого хода и короткого замыкания. Произведена оценка возможных объемов отбора тепла для отопления в зависимости мощности трансформатора. Предложена автоматизированная масляно-водяная система утилизации тепла трансформатора для отопления помещений электроэнергетики.

Ключевые слова: трансформаторная подстанция, утилизация потерь масляного трансформатора, компьютерное моделирование, объемы отбора тепла, масляно-водяная система отопления.

Значительная часть электроэнергии промышленной частоты, вырабатываемой электростанциями, потребляется на низком напряжении 220–660 В [1]. Вместе с тем, эффективная передача электроэнергии энергии на большие расстояния на низких напряжениях экономически нецелесообразна из-за высокого уровня потерь в линиях передачи, необходимости выполнения линий передачи проводами большого сечения и дороговизной аппаратуры для коммутации больших токов. Поэтому электроэнергия передается в основном по линиям высокого напряжения свыше 110 кВ [2]. Для повышения напряжения генераторов электростанций с 6,3–36,75 кВ