



УДК 621.31

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДНЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ НА ПРОВОДАХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Нагорнов Антон Сергеевич

студент 2 курса магистратуры

кафедра электромеханики факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, г. Уфа

Аннотация. Появление наледи на проводах может спровоцировать масштабные аварии на линиях электропередачи, для предотвращения которых разрабатываются и совершенствуются методы борьбы с ледовыми образованиями.

Ключевые слова: Воздушные линии электропередачи, постоянный ток, ток ультранизкой частоты, плавка гололёда.

Пассивная защита от обледенения на проводах линий электропередачи

На воздушных линиях электропередачи существует опасность возникновения ледяных образований на проводах с наступлением зимних суток или резких похолоданий в осенние сутки. Стоит отметить, что время, затраченное на устранение аварий, вызванных ледовыми образованиями, значительно выше времени по устранению аварий, вызванных причинами, несвязанными с ледовыми образованиями. Согласно опытным замерам, можно сделать вывод, что ледяные образования на линиях появляются при температуре окружающего воздуха в пределах от -3°C до -5°C и скорости ветра 4,8-9,8 м/с.

Допустимая толщина прослойки ледяного образования на проводах составляет от 5 до 20 мм для расположенных ВЛ 3 - 330 кВ, в климатических зонах категорий I-IV [1].

В качестве пассивной защиты могут быть использованы различные провода повышенной прочности, например, провода со сверхвысокой проводимостью с содержанием до 61,5% IACS марки GAP +. Благодаря своим характеристикам самозатухания GAP + адекватно снижает влияние вибрации из-за ветровых и ледовых нагрузок [2].

Провода типа ACCC™, использующие сердечник на композитной основе для усиления воздушной линии по пропускной способности и эффективности воздушных линий, благодаря низкому коэффициенту теплового расширения и меньшему весу по сравнению со стальным сердечником, данный провод может выдерживать низкие температуры без образования наледи [2].

Также стоит отметить провод Aero-Z®, состоящий из концентрических слоев круглых проводов и проводов с поперечным сечением в виде буквы “Z”. Каждый слой проволоки



скручен по своей длине, выполнен с определенным шагом. Гладкая поверхность снижает ветровую нагрузку на 30-35% и предотвращает прилипание снега и льда[3].

Классификация методов борьбы

- Термическое - нагрев провода до температуры 115 – 120 °С, при которой гололед начинает плавиться, или посредством подачи небольшого нагрева проводов на 15 – 25 °С для предупреждения появления ледяных образований;
- Термодинамическое - небольшой подогрев провода для того, чтобы нижняя часть ледяного образования подтаяла и образовалась жидкая прослойка, которая необходима для уменьшения плотности соединения ледяной муфты с проводом, что поможет отбросить ледовые образования с провода при пропускании мощного токового импульса;
- Электромеханическое-пропускание по проводу токовых импульсов, способных вызвать электромеханические колебания, разрушающие ледовые образования, следует настраивать токовые импульсы в режим механического резонанса, для достижения наилучшего эффекта;
- Механическое – очищение провода от ледовых образований за счет перемещения специальных устройств по проводу, при помощи энергии электромагнитного поля фазного тока ВЛ, постоянных магнитов, линейного асинхронного двигателя.

Термическое воздействие переменным током

Плавка льда с использованием переменного тока возможна к применению на воздушных линиях напряжением не более 220 кВ [4].

Питание такой схемы плавления гололеда обычно производится от главной понизительной подстанции или отдельного силового трансформатора. Схема плавления льда должна быть выбрана с условием на то, что ток, протекающий по проводам воздушной линии, в 1,7 - 2 раза превосходит допустимый ток в течение длительного времени. Это допускается за счет малой продолжительности процесса вторичной плавки, а также более эффективным охлаждением в зимнее время. Для проводов типа АС переменного тока сечением до 185 мм² значение часового тока для таяния льда не превосходит 600 А, а ток, предупреждающий появление ледовых образований, находится в диапазоне 160-375 А.

Термическое воздействие постоянным током

В случаях, когда плавка ледовых образований посредством применения переменного тока невозможна из соображений имеющей номинальной мощности трансформатора и номинальных напряжений, стоит производить плавку гололеда постоянным током. Для этих целей подойдут преобразователи типа ВУКН, выполненные на неуправляемых вентилях трехфазной мостовой системы.



К недостаткам данного метода можно отнести необходимость отключения от работы линии электропередачи, а сам преобразователь используется крайне редко, оставаясь большую часть календарного времени в отключенном состоянии.

Стоит отметить, что существует предложение плавки ледовых образований постоянным током без отключения линии электропередачи [5].

Идея заключается в том, чтобы постоянный ток не проходил по обмоткам силового трансформатора и не попадал на измерительный трансформатор тока, а обогрев проводов происходил за счет пульсирующего тока, содержащего как переменную, так и постоянную составляющие. Но это не решает проблему недоиспользования в году преобразователя и выпрямительного блока, а также требует затрат на побочные устройства коммутации.

Термическое воздействие током ультранизкой частоты

Техническое решение этого метода заключается в использовании тока низкой частоты для плавления ледовых образований на проводах, создаваемым трёхфазным автономным инвертором напряжения, а необходимое токовое значение плавления задается и регулируется относительно напряжения питания [6].

При достижении ультранизкой частоты выходного напряжения автономного инвертора ток провода ограничен лишь активным сопротивлением, что способствует увеличению расстоянию пролета воздушной линии относительно плавки переменным током промышленной частоты, соответственно, становится легче процесс плавки, уменьшается время работ и количества дополнительного коммутационного оборудования.

Электромеханическое воздействие

Применение данного метода возможно благодаря возникающей силы Ампера при протекании тока в параллельных проводах, если токи сонаправлены, то провода притягиваются и наоборот. При пропускании токовых импульсов в проводах будут возникать условия для появления механических колебаний, которые способны “стряхнуть” ледовые образования.

Частоту токовых импульсов следует принимать такой, чтобы создавался механический резонанс, наибольшее значение которого достаточно для прохождения сил трения. Сам же ток, может быть, как гармоническим, так и импульсным.

Практическое применение данного способа осложнено сложным и точным выбором уровня, частоты токовых импульсов, необходимых для ликвидации отрицательных наложений после резонанса. Для более качественного “стряхивания” ледовых образований необходимо пропускать токовые импульсы по проводам разных уровней, что позволит использовать физические свойства для дополнительного эффекта.

Минус данного метода заключается в отключении от работы линии электропередачи, однако время работы на электромеханическое “стряхивание” в разы меньше обычной плавки,



поэтому вложений требуется меньше.

Список литературы:

1. Электротехнический справочник: В 3 т. Т. 3. В 2 кн. Кн. 1. Производство и распределение электрической энергии. Под общ. ред. профессоров МЭИ И. Н. Орлова (гл. ред.) и др. 7 изд., испр. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 880 с.
2. Lamifil[Электронный ресурс] / —Lamifil, GlobalWebsite. — URL:<https://ламифил.рф/produkcija/nomenklatura/provoda-dlja-vl> /(датаобращения 20.08.2021). Текст: электронный.
3. Domikelectrica[Электронный ресурс] / —Domikelectrica, GlobalWebsite. — URL:<https://domikelectrica.ru/linii-s-provodom-aero-z-7-preimushhestv> /(датаобращения 20.08.2021). Текст: электронный.
4. РД 34.20.511 (МУ 34-70-028–82). Методические указания по плавке гололёда переменным током. Ч. 1. — М.: Союзтехэнерго, 1983.
5. РД 34.20.511 (МУ 34-70-028–82). Методические указания по плавке гололёда постоянным током. Ч. 2. — М.: Союзтехэнерго, 1983.
6. Патент РФ 2505897 МКИ H02G7/16. Способ управляемой плавки гололёда на воздушных линиях электропередачи переменным током / Ю. П. Сташинов, В. В. Конопельк // Бюл. Изобретения. 2012. № 3.