

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Мустяцэ Александр Викторович, alexandr.mustyace5999@mail.ru
Попов Андрей Николаевич, oleandr78@mail.ru

Аннотация:

В статье представлен анализ существующих методов, способствующих повышению надёжности воздушной линии электропередач. Проведён анализ всех существующих средств и устройств для снижения влияния погодных условий на надёжность линий электропередач. Рассмотрены основные преимущества и недостатки данных методов, приведены условия к реализации данных методов. Основной целью исследования является изучение методов, способствующих снижению аварийности на воздушных линиях электропередач. Актуальность исследований обусловлена тем, что за последние 5 лет в электросетевым компаниям не удалось снизить показатели аварийности при эксплуатации электрооборудования. Основными причинами перерывов в электроснабжении выделяются именно аварии на ВЛЭП, которые объясняются влиянием постоянно повторяющихся природных явлений (ветер, температура воздуха). При этом самыми ненадёжными местами в конструкции воздушных ЛЭП выделяют именно провода.

Ключевые слова: метод, эффективность, линии электропередач, преимущества, недостатки, гололёдные образования, ветровые нагрузки.

Сохранение надёжности энергосистемы – самая важная задача для электросетевых компаний. Если с каждым годом наблюдается, что уровень указанных параметров снижается, то можно сделать вывод о низкой надёжности объектов энергосистемы. Каждая электросетевая компания ведёт отчетную документацию о состоянии энергосистемы, количестве отключений, аварий и т.п. При анализе аналитического отчёта было выявлено, что в период с 2015 года по 2021 год уровень технологических нарушений в компании вырос на 4%. Основной причиной при этом является неудовлетворительное техническое состояние оборудования в распределительных сетях. Проведя анализ основных причин повреждаемости оборудования, было выявлено, что природные явления составляют около 32% от общего числа причин повреждаемости. Анализ технологических нарушений в сетях 0,4-110 кВ показал, что наиболее частой причиной потери электроснабжения является повреждение воздушных линий электропередач, а именно проводов воздушной ЛЭП [1].

Основной причиной перерывов в электроснабжении становятся погодные условия, а именно сильный порывистый ветер, изменения температуры воздуха. Ветер может вызвать пляску проводов, что может стать причиной их схлёстывания. Гололёдные образования на проводах увеличивают массу провода, что в некоторых случаях может привести к его обрыву. В любом случае, любая из двух причин может стать причиной перерыва в электроснабжении. Чтобы снизить показатели перерывов в электроснабжении необходимо повысить надёжность

воздушных линий электропередач. Структурная схема методов повышения надёжности ВЛЭП приведена на рисунке 1.

Установка дополнительных опор и применение проводов из специальных материалов, по своей сути, являются одним и тем же методом – усиление воздушной линии электропередач. За счёт применения проводов из специальных материалов можно добиться коррозионной стойкости, прочности на разрыв, а также повышения пропускной способности. Чаще всего это провода из алюминий-циркониевого сплава или провода с более прочным сердечником. За счёт установки дополнительных удаётся снизить нагрузки на провода, вызванные их тяжением. Чаще всего данный метод используется на ранних этапах проектирования и поэтому используется редко на уже существующей линии.

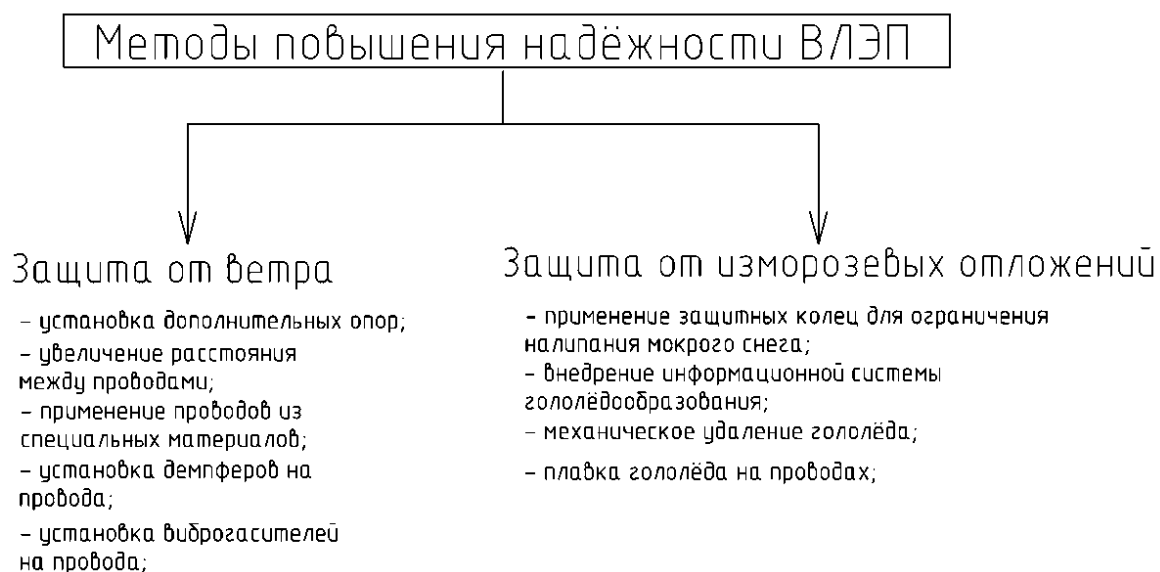


Рисунок 1 – Методы повышения надёжности ВЛЭП

Несмотря на все преимущества данного метода, а именно увеличение прочности, долговечности и устойчивости к негативным факторам, он требует большого количества капитальных вложений, что является существенным недостатком для большинства электросетевых компаний.

Увеличение расстояния между проводами является одним из самых простых методов повышения надёжности ВЛЭП. Расстояние между проводами ВЛ, а также проводами и тросами должны выбираться в соответствии с ПУЭ-7 п. 2.5.87 по условиям работы проводов по допустимым изоляционным расстояниям, по условиям защиты от грозových перенапряжений, а также по условиям короны. Также в требованиях сказано, что при наибольшей стреле провеса более 1,2 м указанные расстояния должны быть увеличены пропорционально отношению наибольшей стрелы провеса к стреле равной 1,2 м [2]. Поэтому увеличением расстояния между проводами можно снизить аварийность линий электропередач, а соответственно повысить её надёжность. Как правило, увеличение стрелы провеса возникает в случае повышения температуры окружающей среды.

Результатом увеличения стрелы провеса может стать захлест проводов, что приведёт к межфазному короткому замыканию [3].

Преимуществами данного метода будет являться простота, малые капиталовложения, минимальные временные и трудовые затраты. Большим достоинством данного метода также является повсеместность применения. Но так как надёжность ВЛЭП зависит не только от расстояния между проводами недостатком данного метода можно выделить не очень высокую эффективность.

Установка виброгасителей и демпферов на провода ВЛ также можно объединить в один метод называемый защита от пляски. Пляска проводов бывает вызвана сильными порывами ветра. Из-за сильных порывов ветра провода могут не только схлестнуться, но и оборваться. Поэтому установка на провода виброгасителей или демпферов необходима в климатических условиях, которые подразумевают частые сильные ветра. Гаситель вибрации типа ГПГ представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 –Виброгаситель на ВЛ типа ГПГ

Преимущества данного метода это непосредственно сопротивляемость провода колебаниям при достаточно большой скорости ветра. А также демпферы и виброгасители могут препятствовать появлению гололёда на проводах ВЛ, что также является преимуществом. Однако, при установке на проводах дополнительных устройств и средств, конечно, увеличивают его массу, что может привести к обрыву провода, вследствие ещё большего тяжения.

Установка защитных колец на провода ВЛ предусматривает защиту проводов от налипания мокрого снега. Таким образом, мокрый снег не проскальзывает дальше по поверхности провода, налипая на него и забиваясь в промежутки между жил, а упирается в защитные кольца, вследствие чего отпадает. Защитные кольца на проводах ВЛ представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Защитные кольца от налипания мокрого снега

Данный метод является не очень распространённым, хотя и имеет ряд преимуществ. Прежде всего, это дешевизна и простота конструкции. Однако, данный метод не очень эффективен, поскольку в условиях низких температур защитные кольца стали бы ужасным дополнением к гололёду на проводах. Таким образом, защитные кольца препятствовали бы удалению гололёда с проводов. Поэтому в практике данный метод используется довольно редко.

Внедрение информационной системы гололёдообразования помогло бы обеспечить постоянный мониторинг за состоянием воздушной линии электропередач. Система мониторинга монтируется на опоре ВЛ, причём в процессе монтажа линия может находиться под напряжением. Принцип её работы заключается в том, что с определённой периодичностью система визуально проводит проверку провода на наличие гололёдных образований, путём замера диаметра провода. Если диаметр провода отличается от полученного ранее, то система подаёт сигнал в диспетчерский пункт [4].

Преимуществами данного метода может являться постоянный контроль над состоянием воздушной линии электропередач без присутствия человека, что является большим плюсом в эпоху цифровизации. Внедрение такой системы способно обеспечить оперативность и эффективность работы электротехнического персонала. Однако, вполне возможно, что такая система будет стоить больших финансовых затрат, что является существенным недостатком. К тому же если устанавливать данную систему в каждом пролёте опор. А использование данной

системы на старых воздушных ЛЭП не всегда реализуемо и предусмотрено конструкцией линии.

Механический способ борьбы с гололёдообразованием чаще всего осуществляется путём использования специальных средств или приспособлений. Чаще всего это производится путём сбивания гололёдных отложений на проводах ВЛ [5]. Иногда используются специальные рогатки с тросом, которой можно срезать часть гололёда с проводов.

Хоть и преимуществом данного метода является простота и дешевизна, однако, использование этого метода затрачивает большое количество сил и времени у электротехнического персонала, а в большинстве случаев может быть небезопасно. Также при использовании данного метода можно повредить провод ВЛ, что приведёт к дополнительным проблемам.

Плавка гололёда на проводах ВЛ уже практически отработанная методика в гололёдоопасных районах. Этот метод заключается в тепловом воздействии электрического тока на провода. То есть при протекании тока большего значения провод нагревается, что приводит к растапливанию льда на поверхности провода [6].

Преимуществами данного метода непосредственно может являться простота в реализации, а также отсутствие персонала в местах плавки гололёда. Однако, протекание большего тока по проводам ВЛ может пагубно сказываться на его техническом состоянии, что в процессе может привести к разрушению провода.

В ходе проведённых исследований методов повышения надёжности и снижения аварийности ВЛЭП были выявлены преимущества и недостатки каждого из методов. Самым простым, относительно эффективным, дешевым и удобным методом повышения надёжности стало бы увеличение расстояний между проводами, в соответствии с требованиями указанными в ПУЭ. Увеличение расстояний помогло бы избавиться от большого количества проблем, повысить надёжность ВЛЭП и в большинстве случаев исключить возникновение межфазного короткого замыкания.

Список используемой литературы:

1. Ситуационно-аналитический центр «Россети-Сибирь» / Ситуационно-аналитический центр «Россети-Сибирь» // Аналитический отчет о состоянии аварийности в «Россети-Сибирь» за 2021 г. – Красноярск:, 2022. – С. 259.
2. Министерство Энергетики Российской Федерации / Правила устройства электроустановок – 6 и 7 издание: 2021 – 499 с.
3. Мустьяцэ, А. В. Методы измерений стрелы провеса на воздушных линиях электропередач / А. В. Мустьяцэ, Р. В. Мякушко, А. Н. Попов // Академическая публицистика. – 2023. – № 11-1. – С. 64-66. – EDN TAYSIG.
4. Пантелеев, В. И. Система мониторинга интенсивности гололёдообразования на проводах воздушной линии электропередачи / В. И. Пантелеев, А. В. Малеев // Омский научный вестник. – 2020. – № 6(174). – С. 74-80. – DOI 10.25206/1813-8225-2020-174-74-80. – EDN CYRNQJ.
5. Стрелецкий, Н. Б. Способы борьбы с гололёдообразованием на проводах ВЛ / Н. Б. Стрелецкий // Вестник науки. – 2020. – Т. 2, № 2(23). – С. 156-158. – EDN SQUPTN.

6. Максимов, С. П. Анализ существующих методов плавки гололедно-изморозевых отложений на проводах ВЛ-10(6) кв / С. П. Максимов, П. А. Кузнецов // Вопросы электротехнологии. – 2023. – № 1(38). – С. 47-56. – EDN MYQSQI.

Информация об авторах

Мустяцэ А. В. – студент группы Э-01, Попов А. Н. – к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

Ссылка для цитирования

Мустяцэ, А. В. Методы повышения надежности воздушных линий электропередач / А. В. Мустяцэ, А. Н. Попов // Энерджинет. 2023. № 1. URL: <http://nopak.ru/231-956> (дата обращения: 11.03.2024).

