

УДК 621.311.315.1

ОПЕРАТИВНЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВЫХ АВАРИЙ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Панасенко М.В.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: panasenkot@mail.ru

Особую опасность представляют гололедные, гололедно-снеговые и изморозевые отложения, образующиеся на проводах и тросах одновременно с действием на них ветра и понижения температуры. Возникающие из-за веса отложений механические нагрузки на провода и тросы в сочетании с нагрузками от ветра и низких температур могут превышать величины механической прочности этих элементов конструкции линии электропередачи и, следовательно, будут происходить многочисленные обрывы проводов и тросов, поломки траверс и самих опор. В настоящей работе частично рассмотрена система мероприятий по предотвращению и ликвидации гололедно-ветровых аварий, включающая в себя только оперативные (улучшение технического состояния электрических сетей) и перспективные (совершенствование сооружения воздушных линий) мероприятия. К первым относятся обследование технического состояния линий, их реконструкция, внедрение систем управления активами, использование автономных источников питания и накопителей, внедрение автоматизированных систем управления. Ко вторым относят освоение оборудования с повышенной стойкостью к гололедно-ветровым воздействиям.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи, реконструкция, гололедно-ветровые аварии, техническое состояние электросетей; пропускная способность, надежность

EXPEDITIOUS AND PERSPECTIVE ACTIONS FOR DECREASE IN ICE AND WIND ACCIDENTS IN POWER SUPPLY NETWORKS

Panasenko M.V.

FGBOU VPO "Volgograd State Technical University" Kamyshin institute of technology (branch) of FGBOU VPO "Volgograd State Technical University", Kamyshin, e-mail: panasenkot@mail.ru

Special danger is constituted by the ice, ice and snow and izmorozevy deposits which are formed on wires and cables along with action on them of wind and fall of temperature. The mechanical loads of wires and cables arising because of the weight of deposits in combination with loadings from wind and low temperatures can exceed sizes of mechanical durability of these elements of a design of power lines and, therefore, there will be numerous wire breakage and cables, breakage a traverse and support. In the real work the system of actions for prevention and elimination of ice and wind accidents including only quick (improvement of technical condition of electric networks) and perspective (improvement of a construction of air-lines) actions is partially considered. Inspection of technical condition of lines, their reconstruction, introduction of control systems of assets, use of independent power supplies and stores, introduction of automated control systems concern to the first. Refer development of the equipment with the increased resistance to ice and wind influences to the second.

Keywords: electricity transmission power lines, reconstruction, ice and wind accidents, technical condition of power supply networks; capacity, reliability

Наименее надежным элементом электрических сетей являются воздушные линии (ВЛ) электропередачи. До 80% всех повреждений в сетях приходится на их долю. Главными причинами, вызывающими резкое увеличение повреждаемости воздушных линий электропередач, являются климатические воздействия (38% из всех отказов). Система мероприятий включает в себя оперативные, перспективные, технические и организационные мероприятия, рассмотрим первые два.

Улучшение технического состояния электрических сетей

1. *Обследование технического состояния ВЛ и их элементов в процессе эксплуатации и после повреждений.*

Как показывает практика, наиболее эффективные методы диагностики ВЛ это

дистанционные. Их проведение достаточно трудоемко и требует значительных капитальных вложений, однако полученные результаты остаются востребованными на протяжении длительного периода времени (3-5 и более лет). Обследование воздушной линии электропередачи происходит с борта воздушного судна с помощью специальных лазерных сканеров и фотокамеры высокого разрешения. На основе полученных данных строится трехмерное изображение оборудования, охранных зон, окружающей местности и растительности. В момент наблюдения получают полную картину состояния линии с учетом данных по нагрузке ВЛ, метеорологических параметров, типа провода и его физических характеристик. Полученная информация (об изменении состояния линии при определенных метеоусловиях, о механической нагрузке), внесенная в ком-

пьютерную программу, используется для прогнозирования состояния ВЛ на ближайшие годы. Можно даже «предсказать» срок эксплуатации линии, состояние охраняемых зон на несколько лет вперед. Описанная технология является уникальной и была разработана в России компанией «ОПТЭН».

К другим современным методам диагностики относятся:

- мониторинг оборудования с помощью космических спутников (эта технология применяется в основном в военных целях);

- диагностика состояния провода с помощью высокоточных датчиков, размещаемых на оборудовании. Датчики фиксируют температуру провода и окружающей среды, токи нагрузки и т.п. В настоящее время ведутся научные разработки, позволяющие усовершенствовать эту технологию [1].

2. Реконструкция ВЛ.

Реконструкция и техническое перевооружение физически изношенного и морально устаревшего оборудования рассматриваются как приоритетное направление инвестиционной политики в электросетевом строительстве. Предусматривается полное восстановление ВЛ на металлических и железобетонных опорах при сроках службы 50–60 лет и более, а при менее длительных сроках работы – частичная реконструкция активной части ВЛ [2].

3. Внедрение систем управления технологическими активами.

Надежное функционирование объектов электроэнергетики обеспечивается постоянным проведением ремонтных работ. С помощью современных систем управления технологическими активами (СУД) оптимизируется процесс управления ремонтными работами, обеспечивается баланс между рисками отказа оборудования и затратами на его обслуживание и ремонт. Оценка состояния оборудования производится с помощью паспортизации и диагностики. Система управления технологическими активами позволяет:

- через оценку уровня рисков и технического состояния расставить приоритеты, сосредоточить внимание на тех активах, которые несут в себе самые высокие риски;

- сформировать базу, которой могут пользоваться работники предприятия всех уровней, и предоставить руководству полную информацию по сетевым активам для принятия обоснованных организационно-технических решений [1].

4. Внедрение автоматизированных систем управления в распределительных сетях.

Применение технологии децентрализованной автоматизации, базирующейся на автоматическом секционировании сети с

помощью реклоузеров, повышает надежность распределительных сетей 6 - 10 кВ, снижает эксплуатационные издержки на: профилактическое обслуживание; расследование аварий; ремонт поврежденного оборудования; сбор, обработку и запись информации о режимах и событиях; поиск места повреждения на ВЛ [6].

При возникновении повреждения на линии, реклоузеры автоматически выделяют поврежденный участок и передают информацию об отключении на диспетчерский пункт. Оперативная бригада направляется непосредственно на участок с аварией, не тратя время на объезд всего фидера. Управление реклоузером может осуществляться как местно, так и дистанционно при помощи программного обеспечения. Выпуск вакуумных реклоузеров серии РВА/ TEL освоила фирма «Таврида Электрик». Реклоузел РВА/ TEL прекрасно зарекомендовал себя как надежный многофункциональный аппарат, использующийся в различных странах мира (Россия, Казахстан, Украина, Литва, Югославия, Сербия, Болгария, Вьетнам, Германия, Австралия, Великобритания, Южная Африка, Чили и др.) [3].

5. Использование автономных источников питания и накопителей электроэнергии.

Современное состояние промышленности позволяет решить проблему восстановления электроснабжения потребителей на время проведения восстановительных работ в электрических сетях путем установки автономных (стационарных или мобильных) источников питания. Мощность источников питания подбирается по нагрузке потребителя. Установка автономных источников питания на напряжении 0,4 и 6-10 кВ – многоплановая задача, прежде всего для проектировщиков. Потребуется адаптировать местную сеть, обеспечить связь источника питания с местным питающим центром.

Другой способ обеспечения бесперебойности электроснабжения - применение накопителей электроэнергии. В зависимости от вида накапливаемой энергии можно выделить две основные группы: механические накопители энергии (ГАЭС, инерционные аккумуляторы - маховики, аккумуляторы, основанные на принципе сжатия воздуха); электрохимические аккумуляторы энергии (Li-ion, Na-S, свинцово-кислотные и другие) [4].

Возможные точки размещения накопителей энергии: трансформаторные подстанции и конечные потребители. Возможные места размещения накопителей энергии зависят от целей их применения (табл.1).

Таблица 1

Цель использования и место установки накопителей энергии

Цель использования накопителей энергии	Места размещения накопителей энергии
Выравнивание пиковых нагрузок	Объекты генерации, конечные потребители
Регулирование выработки ВИЭ (высоковольтные источники энергии)	Объекты генерации, конечные потребители
Регулирование частоты энергосистемы	Электрические сети, объекты генерации, конечный интеграл (системный оператор)
Повышение надежности электроснабжения	Электрические сети, конечные потребители
Аварийные источники питания	Конечный потребитель (особенно объекты первой категории надежности электроснабжения)

Наиболее распространенными системами накопления электроэнергии на текущий момент являются гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС, более 98 % всей установленной мощности накопителей энергии в мире). Но ввиду своей существенной инертности ГАЭС нельзя использовать в целях повышения надежности электросетей [3].

Промышленное освоение оборудования ВЛ с повышенной стойкостью к гололедно-ветровым воздействиям

По количеству отказов на первом месте стоят провода и тросы (37 %), затем изоляторы, опоры и арматура. По тяжести отказов, на первом месте стоят опоры.

1. Опоры.

В отечественном электросетевом строительстве традиционно используют стальные опоры башенного типа и опоры из центрифугированного железобетона. С целью увеличения сроков службы воздушных линий электропередачи (до 50-75

лет), уменьшения потока отказов от климатических нагрузок, сокращения сроков строительства, уменьшения времени восстановления после аварий и снижения затрат на эксплуатацию предложена замена железобетонных (ЖБО) или металлических решетчатых опор (МРО) на многогранные (ММО). Соотношение стоимостей строительства сетей разных классов напряжения на опорах различных типов приводится на диаграмме (рис. 1).

Преимущества многогранных опор проявляются в наибольшей степени для сетей напряжением 35-220кВ. Многогранные опоры будут предпочтительнее в городских условиях, а также в горных и северных районах.

За рубежом, например в Канаде и США в распределительном комплексе начинается внедрение композитных опор [5]. Их отличает высокая степень прочности, упругость, повышенная огнестойкость, легкость, простота в установке. Опоры модульные, любой модуль заменяем. По результатам опытной

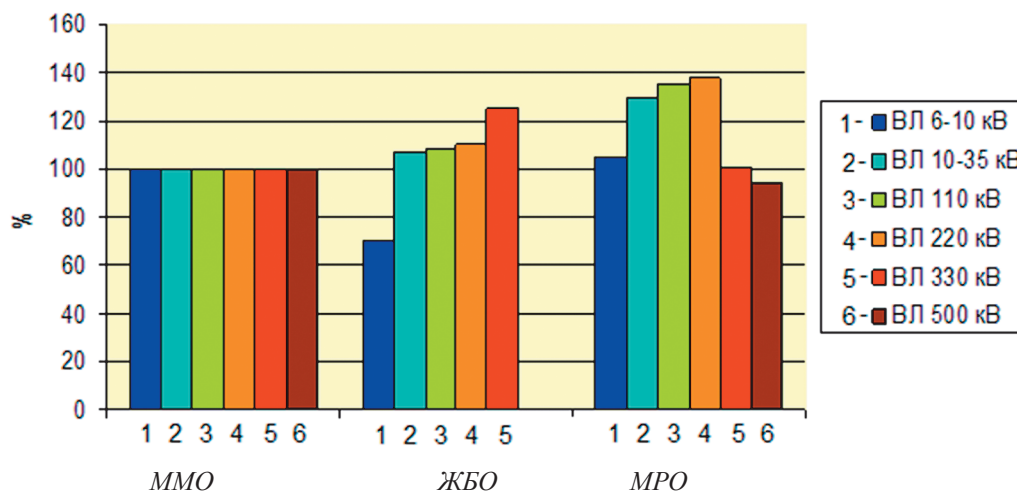


Рис. 1. Соотношение стоимостей строительства сетей разных классов напряжения на опорах различных типов

эксплуатации, композитные опоры отлично противостоят изломам и выдерживают даже экстремальные природные нагрузки. Гарантийный срок службы композитных опор у некоторых производителей более 40 лет. Недостаток композитных опор - их высокая стоимость. Поэтому предлагается их чередовать с деревянными опорами, что позволит избежать «каскадных» отключений линии в случае сильного ветра, снегопада или ледяного шторма. Подобное оборудование рассматривается как весьма перспективное в регионах и странах, подверженных ледяным дождям и сильным снегопадам.

2. Провода.

Повышение пропускной способности и механической прочности воздушных линий электропередачи в условиях экстремальных климатических нагрузок является одной из актуальных задач для электросетевых компаний. Данные требования достигаются за счет усовершенствований конструкции провода:

- использование специальных термостойких сплавов с присадками циркония (TACSR/ACR, TACSR/HICIN, ZTACSR/HICIN). Такие провода устойчивы к высоким температурам и могут в течение длительного времени выдерживать повышенную токовую нагрузку. Повышенная температура поверхности провода в штатном режиме препятствует отложению на нем гололеда:

- создается зазор между токопроводящими слоями провода и сердечником (GTACSR/ GZTACSR), при механических нагрузках тяжение приходится на стальной сердечник. Значительно уменьшается стрела провеса провода, чем у других типов проводов, при одинаковой токовой нагрузке;

- проволоки токопроводящих слоев имеют не круглое, а Z-образное сечение. Между двумя Z-образными проволоками возникает большая контактная поверхность, что улучшает демпфирование и значительно снижает амплитуду при «пляске» проводов. Провод AERO-Z лучше противостоит снегу и обледенению, ледяные наросты отделяются быстрее.

Общий недостаток работы проводов с повышенными температурами – повышение нагрузочных потерь в линии [3].

Выводы

Система мероприятий по предотвращению и ликвидации гололедно-ветровых аварий, включает в себя: обследование технического состояния ВЛ и их элементов в процессе эксплуатации и после повреждений; реконструкцию и техническое перевооружение физически изношенного и морально устаревшего оборудования; внедрение систем управления технологическими активами; использование автоматизированных систем управления в распределительных сетях; применение автономных источников питания и накопителей электроэнергии; промышленное освоение оборудования ВЛ с повышенной стойкостью к гололедно-ветровым воздействиям.

Список литературы

1. «Ледяной дождь» не страшен: 10 советов энергосетевым компаниям. Энергоэксперт. №1 (24) 2011. С.18-32. URL: <http://www.energyexpert.ru>
2. Техническое состояние электрических сетей России и перспективы их развития / Ю. В. Лебедева, Н. Ю. Шевченко, К. Н. Бахтиаров // Современные проблемы науки и образования. - 2013. - №4. URL: <http://www.science-education.ru/110-9808>.
3. Мероприятия по снижению гололедно-ветровых аварий в электрических сетях / М. В. Панасенко, Н. Ю. Шевченко, Н. П. Хромов, А. Г. Сошинов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. - 2014. - № 8. - С. 30-37.
4. Сравнительный анализ аккумуляторных и емкостных накопителей электроэнергии как элемента питания устройств информационно-измерительных систем мониторинга воздушных линий электропередачи / М.В. Панасенко, О.О. Ахмедова, Г.Г. Угаров // Ресурсно-энергосбережение и эколого-энергетическая безопасность промышленных городов: Вторая Всероссийская научно-практическая конференция 23-26 сентября 2008 / филиал Московского энергетического института в г. Волжском. - Волжский, 2008. - С.63-66.
5. Власов, В.В. Опыт разработки, изготовления и проведения испытаний легких одноцепных промежуточных опор из композиционных материалов для высоковольтных линий 110-220 кВ для проведения аварийно-восстановительных работ и применения в труднодоступной местности / В.В. Власов, В.М. Сухар // Воздушные линии. - 2012. - №4 – С.25-36.
6. Современные системы мониторинга воздушных линий электропередачи / М. В. Панасенко, Н. П. Хромов // Электроэнергетика глазами молодежи : науч. тр. IV междунар. науч.-техн. конф., г. Новочеркасск, 14-18 окт. 2013 г. : Т. 1 / Южно-Российский гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. - Новочеркасск, 2013. - С. 529-532.