

УДК 621.311

**СВОДКА ОБ АВАРИЙНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЯХ ВЛ И КЛ 6-10 КВ
SUMMARY OF EMERGENCY SHUTDOWNS OF OVERHEAD LINES AND
6-10 KV CABLE LINES**

А.В.Манько, А.А.Захарченко

Научный руководитель – Н.С. Петрашевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Manko, A. Zakharchenko

Supervisor – N. Petrashevitch, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В этой статье рассматриваются основные причины аварийных возникновений отключений линий электропередач 6-10 кВ.

Abstract: This article discusses the main causes of emergency outages of 6-10 kV power lines.

Ключевые слова: Воздушная линия электропередачи, аварийное отключение, устройства автоматизации.

Keywords: Overhead power line, emergency shutdown, automation devices.

Введение

Воздушная линия электропередачи напряжением 6-10 кВ представляет собой систему, в которой компоненты взаимосвязаны посредством сложных причинно-следственных связей. Проблема аварийных отключений линий электропередачи из-за перекрытия изоляции по неизвестным причинам имеет давнюю историю и по-прежнему актуальна в наше время. Согласно опыту эксплуатации, доля аварийных отключений воздушных и кабельных линий по неизвестным причинам, может достигать более 50 % [1]. Надежность каждого компонента по-разному влияет на работу других компонентов. Один тип повреждений переходит в другой, поэтому наблюдается явление развития аварии. Обычно это отключение происходит утром или вечером, при хороших погодных условиях, и сопровождается успешным повторным подключением. В то же время причина перекрытия изоляции не была четко определена, и обычно она неясна.

Системы автоматизации в сетях 6-10 кВ и их устройства.

В воздушных линиях в основном используются алюминиевые и сталеалюминиевые провода, деревянные или железобетонные опоры. В настоящее время в сетях напряжением 6-10 кВ используются следующие системы и оборудование автоматизации:

- Устройство сигнализации и управления;
- Устройство для включения резервного питания;
- Устройства секционирования;
- Устройства повторного включения .

ЛЭП объединяются в разветвленной сети через пункт автоматического включения резерва. Подстанции столбового исполнения используются при нагрузке сети от 10 до 100 кВА. Эти подстанции устанавливаются на опоре. При

нагрузках от 160 кВА по большей части применяются подстанции закрытого исполнения. В электрической сети 6-10 кВ предусмотрена установка наружных вакуумных выключателей, предохранителей-разъединителей.



Рисунок 1 – Трансформаторная подстанция закрытого типа

Основные причины отключения линий электропередач

ВЛ в европейской части страны в основном выполнены из проводов марки АС, имеющих сечение 35-70 мм². До 60 % линий были введены в эксплуатацию до 1975 года, но большинство из этих электросетей исчерпали свой нормативный срок эксплуатации.

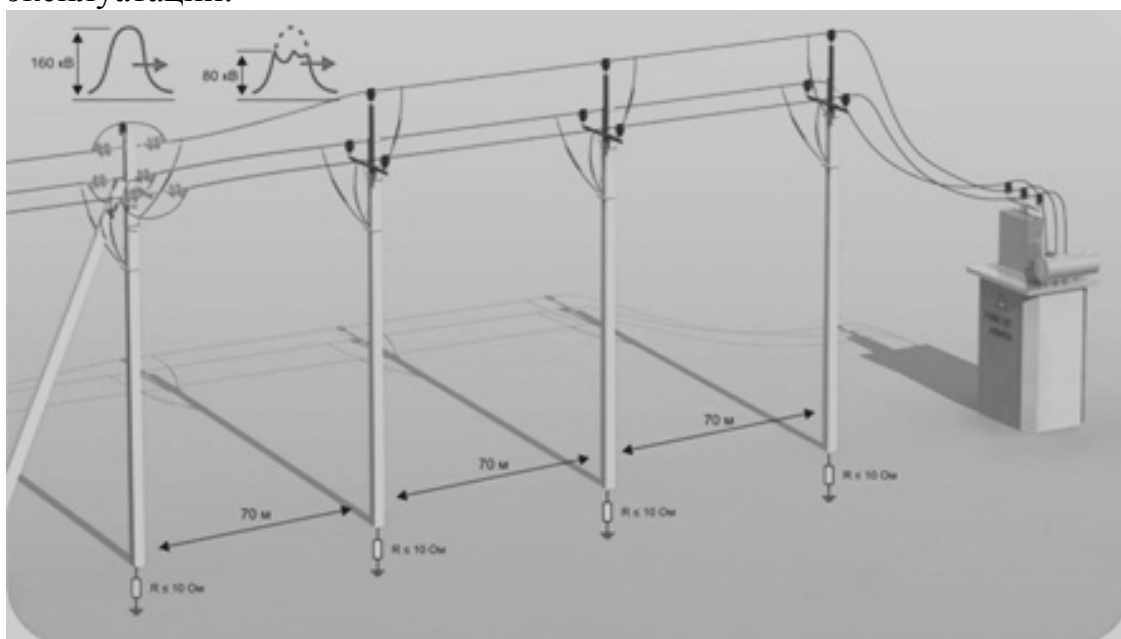


Рисунок 2 – Рекомендуемые расстояния между опор ВЛ

Новые воздушные линии электропередач в настоящее время эксплуатируются в недостаточном объеме. Вместе с этим, в качестве вынужденной меры из-за роста числа потребителей превышают расстояния между опорными столбами. Это превышение достигает более , чем вдвое. Данные факторы приводят к увеличению количества отключений в электросетях, снижению надежности и качества линий. Анализ зарегистрированных аварийных отключений показывает, что в большинстве своем преобладают именно устойчивые отключения. Такой параметр продолжает показывать стабильный рост особенно в сельской местности.

На эффективность работы подключенных устройств АПВ значительно влияет увеличивающееся количество отключений. Стоит отметить, что не все выключатели оснащены устройствами АПВ. Это связано с тем, что зачастую используются приводы уже устаревших моделей.

Основные причины аварий, приводящие к отключению воздушных линий напряжением 6-10 кВ м: замыкание на землю, воздействие природных факторов и осадков, механическое повреждение изоляторов и опор, обрыв провода, физический износ оборудования и материалов, срабатывание предохранителей в трансформаторных подстанциях, срабатывание релейной защиты, прочие посторонние воздействия.

Наиболее серьезные последствия из всех вышеперечисленных повреждений, которые возникают в линиях электропередачи 6-10 кВ, - различные разрушения опор. Согласно данным это составляет 28,1% по длительности и 19,9% по количеству аварийных отключений [3]. Отключения из-за повреждения опор и приставок происходят под воздействием значительных ветровых нагрузок 49,7%, разрядов молнии, которые вызывают расщепление или возгорание верхней части деревянных опор 23,0%, гололедно-изморозевых 19,3% и наезде транспортных средств 8,0%. Аварии, связанные с ветровыми нагрузками, происходили при скорости ветра 26-35 м/с, при этом угол между осью пролётам и направлением ветра составлял 70-90°. Вследствие этих причин было разрушено 267 бетонных опор, где 44 из них - аварийные отключения, 364 деревянные опоры на железобетонных приставках (97 отключений), 129 деревянных опор (46 отключений).

Большинство аварийных отключений воздушных линий 6-10 кВ вызвано воздействием сильного холодного ветра, из которых 54 % отключений связаны с динамикой поведения проводов в воздушном потоке [4]. Эти перебои вызваны одним из следующих повреждений: провод сгорает во время опасного столкновения и сближения, обрыв провода или проволочной вязки к штыревому изолятору, срыв изолятора с штыря.

Аварийные отключения воздушных линий 6-10 кВ из-за опасного схождения проводов на ветру и схлестывания происходили при наличии разрегулировки стрел провеса проводов относительно друг друга от 20 до 60% [5]. Диапазон изменения частоты колебаний маятника провода составляет от 9 % до 21%, а диапазон логарифмического уменьшения внутреннего трения составляет от 7,8% до 23,4%, что значительно увеличивает асинхронность вибрации провода под воздействием ветра, а также способствует взаимному

сближению проводов. Согласно верховым осмотрам ВЛ 6-10 кВ, основная причина разрегулировки стрел провеса проводов – это ослабление крепления провода к штыревому изолятору вязальной алюминиевой проволокой. Это связано с тем, что проволочная вязка не способна выдерживать длительные динамические нагрузки при ветре и гололеде, поэтому как следствие происходит ее ослабление, а после и разрушение. К проскальзыванию провода в узле крепления и его смещению относительно штыревого изолятора в случае может приводить разница в ветровой нагрузке на соседние опорные кабели, если крепежный элемент ослаблен. Это может произойти при неодинаковой длине проводов, а также при неравномерном ледяном покрытии. Таким образом, это вызывает изменение длины фазных проводов и разрегулировку их стрел провеса.

Помимо устойчивых отказов работы ВЛ 6-10 кВ из-за опасных сближений проводов под действием порывистого ветра имеют место неустойчивые самоустраняющиеся отказы, которые устраняются действием АПВ или РПВ. В некоторых случаях воздушные линии электропередач автоматически отключались десятки раз. Такие кратковременные отклонения очень опасны, поскольку они приводят к локальным повреждениям электрических проводов и в конечном итоге становятся потенциальным очагом аварий. Следовательно, наряду с усилением механической прочности элементов пролета ВЛ 6-10 кВ к числу действий по повышению их надежности относятся такие мероприятия как: защита проводов в режимах их низкочастотных колебаний при влиянии гололедных и ветровых нагрузок, координация расстояний между фазными проводами по условиям их схлестывания, совершенствование конструкции устройств для крепления провода к штыревому изолятору.

Заключение

Проанализировав статистические данные, можно сказать, что наиболее распространенными причинами отключений подачи электроэнергии является, негативное воздействие природных явлений: внезапные порывы ветра, образование ледяного и снежного покрова на линиях электропередач, а также срабатывания систем РЭА.

Литература

1. Аварийные отключения [Электронный ресурс]/ Аварийные отключения. -Режим доступа:[http://news.elteh.ru/gbook/Аварийные отключения ВЛ-](http://news.elteh.ru/gbook/Аварийные_отключения_ВЛ-) Дата доступа: 25.10.2021
2. Причины аварийных отключений [Электронный ресурс]/ Причины аварийных отключений. -Режим доступа: <https://test-energy.ru>. - Дата доступа: 25.10.2021
3. Причины аварийных отключений [Электронный ресурс]/ Причины аварийных отключений. -Режим доступа: <https://www.elibrary.ru>. - Дата доступа: 25.10.2021
4. Причины аварийных отключений [Электронный ресурс]/ Причины аварийных отключений. -Режим доступа: <http://www.rusnauka.com>. - Дата доступа: 25.10.2021

5. Причины аварийных отключений [Электронный ресурс]/ Причины аварийных отключений. -Режим доступа: <http://os.x-pdf.ru>. - Дата доступа: 25.10.2021