Методы определения мест повреждений на линиях электропередачи, применяемые в Якутии

***Кадкин И.М., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: kadkin.1998@mail.ru***

***Научный руководитель:
к.т.н., доцент Шабо К.Я.***

Повреждение силовых кабельных и воздушных линий электропередачи вызывает нарушение электроснабжения потребителей и должно быть восстановлено как можно скорее. Практика показывает, что весьма большое количество времени уходит на установление зоны дефекта линии.

Для того чтобы определить, выявить и исправить повреждение, в частности, необходимо установить причины, которые привели к этому. Их может быть несколько, так, например, воздействие природных и технических факторов. К природным факторам относятся ветер, гололед, перепад температур, атмосферные перенапряжения. К техническим же можно отнести - короткие замыкания (КЗ), внутренние перенапряжения, нарушения правил технической эксплуатации, однофазные и многофазные замыкания, обрывы проводов и другие повреждения и т.п.

В Якутии следует обратить большее внимание на перепады температур. Тут экстремальные климатические условия, снег лежит около 8 месяцев и если использовать не правильные кабели, можно часто сталкиваться с большими проблемами электроснабжения потребителей. Необходимо выбирать нужные кабели, выдерживающие перепады температур. Но этого мало, неисправности все равно будут и нужно их быстро находить и устранять.

Правильный выбор метода и оборудования для поиска мест повреждений определяет быстроту решения проблемы, то есть дает большую вероятность верного определения места повреждения при минимальном затраченном времени на это.

Существуют кабели с оболочкой выдерживающей отрицательные температуры, специально разработанные для монтажа на улице. Это такие кабели как СИП и КГ, которые модифицированы оболочками и обеспечивают лучшую защиту токоведущих жил.

Провод СИП представляет собой электротехническое изделие для передачи электроэнергии, который расшифровывается по трем буквам названия:

- С – обозначает, что провод самонесущий;
- И – указывает на наличие изоляции вокруг токоведущих жил;
- П – говорит о том, что это именно провод, имеющий изоляционное покрытие и разветвление по жилам, из-за чего его могут приравнять к кабелю.

Температура эксплуатации СИП варьируется от -60°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Он способен выдержать воздействие дождя, снега, гололеда. Изоляция может защитить провод от воздействия осадков и солнечного излучения. Также кабель долго служит, не менее 45 лет [1].

СИП очень хорошо подходит для погодных условий Якутии и может быть применим.

КГ – это очень гибкий медный резиновый кабель. Рабочий температурный диапазон кабеля от -60°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Изоляция данного кабеля частично сохраняет свои свойства даже на сильном морозе. Кабель практически всегда остается гибким, особенно в модификации ХЛ. Еще есть модификация КГнг, который выполнен в негорючей изоляции. КГ используют в самых жестких погодных условиях.

КГ подходит для экстремальных климатических условий Якутии и может быть применим.

Применять кабели с пластмассовой изоляцией не целесообразно, так как на морозе они будут терять свою гибкость и могут начать трескаться, разрушаться [1]. Это приведет к нарушению электроснабжения потребителей.

Есть множество методов определения мест повреждений кабеля, но не все подходят для экстремальных климатических условий. Так как для таких условий применяют специальные кабели, с хорошей гибкостью и большим диапазоном температур, не все методы могут быть применимы.

Петлевой метод определения места дефекта применяется для нахождения поврежденных мест защитной пластмассовой изоляции. Следовательно, этот метод для погодных условий Якутии не подходит, так как применять кабели с пластмассовой изоляцией не целесообразно из-за их разрушения на морозе. К тому же данный метод имеет малую точность, достаточно трудоемок и практически не применяется [2].

Импульсный метод используется для установления области дефекта кабеля в различных случаях, помимо заплывающего пробоя, при переходном сопротивлении до 200 Ом. Метод применяется только в кабельных линиях. Достоинствами являются быстрота, наглядность и простота измерений. Может быть применим в экстремальных погодных условиях [2].

Емкостной метод применяют при обрывах жил кабеля. В условиях севера может быть применим. По скорости и точности измерения данный метод уступает импульсному. Стоит отметить, что метод применим только при сопротивлении изоляции поврежденной жилы не менее 5000 Ом. В настоящее время широко не применяется [3].

Достоинством волнового метода является то, что он наиболее прост в применении, если сопротивление в месте повреждения составляет от 0 Ом до сотен кОм. Но, к сожалению, у данного метода низкая точность измерения, большая чувствительность к помехам и результаты получаются с задержкой времени [5]. Возможно применение в погодных условиях Якутии.

Метод колебательного разряда применяется при определении дистанции до мест однофазных дефектов с переходным сопротивлением в месте дефекта порядка 10-100 кОм. В Якутии может быть применим.

Достоинством является то, что это неразрушающий метод, потому что воздействие напряжения на кабель кратковременно и это не ухудшает параметры кабеля, не создает новых повреждений.

Акустический метод практически универсален и во многих кабельных сетях является основным методом. Возможно применение в Якутии. Этим методом можно определять различные повреждения, так же в отдельных случаях возможно определение нескольких повреждений на одной кабельной линии. Этот метод неприменим при металлическом соединении жилы с оболочкой кабеля. Если прокладывать кабель в кабельных каналах, то этот метод использовать нельзя, так как появляется опасность возникновения пожара. Целесообразно его применять для кабелей, проложенных в земле и под водой. Среди достоинств необходимо отметить универсальность метода и простоту [3].

Индукционный метод применяется для отыскания на кабеле мест повреждения при пробое изоляции жил между собой или на «землю», обрыве с одновременным пробоем изоляции между жилами или на «землю», для определения трассы кабеля и глубины его залегания. В Якутии может быть применим. Данный метод имеет высокую точность, погрешность составляет не более 0,5 м. Минусом является то, что трудно определить замыкание одной жилы на изоляцию кабеля [4].

Практически все методы могут быть использованы в Якутии. Только петлевой метод не применим, так как использовать кабели с пластмассовой изоляцией не целесообразно из-за их разрушения на морозе и потери гибкости.

Емкостной метод в принципе широко не применяется и выделить его как основной, и самый лучший, не получится.

Волновые и импульсные методы представляют наибольший практический интерес для применения. Они лишены многих недостатков, которыми обладают другие методы.

Из топографических методов можно выделить акустический метод определения места дефекта. Он во многих кабельных сетях является основным. Также этот метод универсален, прост и им можно определять различные повреждения.

На сегодняшний день ОМП имеет высокую погрешность. Но всегда сохраняется актуальность его усовершенствования. Удешевление при сохранение надежности с помощью уменьшения влияния неизвестной информации на точность получаемых результатов.

На предприятие НГРЭС для линий 110 кВ, места повреждений определяются при помощи прибора ФИП и регистратора аварийных событий ПТК «НЕВА-РАС». А для линий 220 кВ используется микропроцессорный индикатор ИМФ-3Р.

Регистратор аварийных событий ПТК «НЕВА-РАС» в эксплуатации показывает себя надежным устройством для записи аварийных процессов и событий, а также отвечает всем современным требованиям. Программное обеспечение регистраторов имеет интуитивно понятный и дружелюбный интерфейс, что позволяет оперативно проанализировать записанные осциллограммы и определить причину аварийного события.

Также в Якутии применяются современные микропроцессорные блоки Бреслер, со встроенными в шкафы дополнительными функциями.

Система «ОМП Бреслер» позволяет точно и эффективно решать указанные задачи по определению мест повреждений линии, расстояния до них, а также оперативно передавать данную информацию на рабочие места диспетчерского персонала и персонала служб РЗА.

В целом есть множество приборов и оборудования, применяемых в Якутии для определения мест повреждений линии. Конечно, они выбираются не случайно. Делается акцент как на погодные условия, кабели для которых необходимо проводить ОМП, также предприятия смотрят на ценовую составляющую и возможности прибора. При выборе основным является то, что оборудование должно справляться со своими задачами на должном уровне.

Список литературы:

1. Белоруссов Н. И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник / Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева. - М.: Энергия, 2008. - 416 с.

2. Аржанников Е.А., Чухин А.М. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи. М.: НТФ "Энергопресс", 1998 (Б-ка электромонтёра; вып. 3).

3. Шалыт Г.М., Айзенфельд А.И. Определение мест повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима / под ред. Г.М. Шалыта. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983.

4. Петрухин А.А. Совершенствование методов и технических средств определения мест повреждений воздушных лэп 6-35 кВ на основе активного зондирования: дис. к.т.н. Иваново, 2009.

5. Кржиштоф Глик. Способ определения места повреждения бегущей волны в высоковольтных линиях связи // Варшавский Политехнический Университет – 2011. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.boenergo.ru/upload/iblock/4bc/4bc71c2c72ebf37c95bcc1f2b5760b0.pdf> (дата обращения 12.07.2019).