**Дисциплина: Эксплуатация оборудования электрических сетей**

**Лекция № 10. «Техническое обслуживание ВЛ 500, 220, 110, 35, 10, 6; 0,38кВ и воздушных токопроводов до 35 кВ включительно»**

Оглавление

[10.1. Требования к вновь сооружаемым ВЛ и токопроводам 1](#_Toc421134005)

[10.2 Приёмка в эксплуатацию 1](#_Toc421134006)

[10.3Техническая документация 2](#_Toc421134007)

[10.4 Техническое обслуживание и ремонт 3](#_Toc421134008)

[10.5 Борьба с гололёдообразованием на ВЛ. 4](#_Toc421134009)

[10.6 Периодические осмотры 8](#_Toc421134010)

[10.7 Очистка трас от кустарников и деревьев, поддержание противопожарного состояния трасс 9](#_Toc421134011)

[10.8 Контроль состояния изоляции 10](#_Toc421134012)

[10.9 Дистанционное определение мест повреждения ВЛ 11](#_Toc421134013)

# 10.1 Требования к вновь сооружаемым ВЛ и токопроводам

Требования ПУЭ и ПТЭ распространяются на ВЛ напряжением (500 – 0,38) кВ и воздушные токопроводы напряжением до 35 кВ включительно переменного и постоянного тока. Все вновь сооружаемые и реконструируемые ВЛ и токопроводы должны быть выполнены в соответствии с правилами устройства электроустановок и действующими строительными нормами и правилами. При согласовании технической документации на вновь проектируемые (реконструируемые) ВЛ и токопроводы должны предоставлять проектным организациям данные о фактических условиях в зоне проектируемой ВЛ, токопроводов. (климатические условия, характер и интенсивность загрязнения и др.) и требовать учёта этих условий в проектах. Намечаемые проектные решения по новым и реконструируемым ВЛ (токопроводам), присоединяемым к электрической сети внешнего электроснабжения, должны быть согласованы с энергоснабжающей организацией. Потребитель, которому подлежит сдача в эксплуатацию вновь сооружаемых ВЛ и токопроводов, должен организовать технический надзор за производством работ, проверку соответствия выполняемых работ утверждённой технической документации.

# 10.2 Приёмка в эксплуатацию

Приёмка в эксплуатацию вновь сооружённых ВЛ и токопроводов должны производиться в соответствии со строительными нормами и правилами, установленным порядком допуска в эксплуатацию новых и реконструированных энергоустановок, а также правилами приёмки в эксплуатацию законченных строительством линий электропередачи.Перед приёмкой должны быть проверены на соответствие проекту техническое состояние трассы, опор и других элементов ВЛ (токопроводов), заземляющих и молниезащитных устройств, стрелы провеса и расстояния от проводов и тросов в пролётах и пересечениях до земли и объектов (см. рисунок1).



Рис.1 Эскиз анкерного пролёта

1 – поддерживающая гирлянда; 2 – натяжная гирлянда; 3 – промежуточная опора; 4 - анкерная опора

На рисунке 1 показан участок одноцепной воздушной линии между опорами. Эти опоры называются анкерными, а расстояние La между ними по трассе — анкерным пролётом. Такие опоры, в отличие от расположенных между ними промежуточных опор, рассчитаны на противодействие значительным силам одностороннего тяжения по проводам, возникающим при их обрыве в примыкающем к анкерной опоре промежуточном пролете длиной L, а также при монтаже проводов и тросов. Провода на анкерных опорах жёстко закрепляются на натяжных гирляндах изоляторов, а на промежуточных опорах — на поддерживающих гирляндах имеют проскальзывающий зажим. В промежуточном пролете, провода и тросы провисают. Расстояние по вертикали между точкой подвеса на опоре и низшей точкой в пролете называется стрелой провеса. На рис. 1. стрела провеса провода обозначена fп, а троса — fт. Расстояние от низшей точки провода до земли, воды или пересекаемых объектов hг называется габаритом линии.

# 10.3Техническая документация

На каждую эксплуатируемую ВЛ на предприятии должна быть следующая техническая документация: утверждённый проект, паспорт ВЛ, рабочие чертежи и схемы, исполнительная трасса (профиль), журналы монтажа, акты на скрытые работы, протоколы испытаний и измерений, акты измерений и осмотров, акты приёмки в эксплуатацию, материалы учёта технического обслуживания и ремонта ВЛ, разработанные и утверждённые инструкции. При отсутствии проектной документации по ВЛ необходимые характеристики ее элементов и конструкций должны быть определены на основании технической инвентаризации и расчётов.

На токопроводы напряжением выше 1000 В кроме документации, предусмотренной правилами устройства электроустановок и строительными нормами и правилами, должны быть оформлены:

исполнительный чертёж трассы с указанием мест пересечений с различными коммуникациями; чертёж профиля токопроводов в местах пересечений с коммуникациями; перечень отступлений от проекта; протокол фазировки; акт на монтаж натяжных зажимов для гибких токопроводов; протоколы испытаний; документы, подтверждающие наличие подготовленного персонала; необходимые исполнительные схемы; разработанные и утверждённые инструкции.

# 10.4 Техническое обслуживание и ремонт

При эксплуатации ВЛ должны соблюдаться правила охраны электрических сетей и контролироваться их выполнение. Сетевое предприятие, эксплуатирующее ВЛ, должно информировать потребителей, организации, находящихся в районе прохождения ВЛ, о требованиях указанных Правил. Владелец ВЛ должен принимать меры к приостановлению работ в охранной зоне ВЛ, выполняемых с нарушением правил охраны электрических сетей. При эксплуатации ВЛ и токопроводов должны проводиться техническое обслуживание и ремонт, направленные на обеспечение их надёжной работы. При техническом обслуживании должны производиться работы по предохранению элементов ВЛ и токопроводов от преждевременного износа путем устранения повреждений и неисправностей, выявленных при осмотрах, проверках и измерениях. При капитальном ремонте ВЛ и токопроводов должен быть выполнен комплекс мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных характеристик ВЛ и токопроводов в целом или отдельных ее элементов путем ремонта деталей и элементов или замены их новыми, повышающими их надёжность и улучшающими эксплуатационные характеристики.

Капитальный ремонт ВЛ на железобетонных и металлических опорах должен выполняться не реже 1 раза в 10 лет (12 лет), ВЛ на опорах с деревянными деталями - не реже 1 раза в 5 лет (6 лет). Капитальный ремонт токопроводов должен выполняться по мере необходимости по решению технического руководителя предприятия. Перечень работ, относящихся к техническому обслуживанию и ремонту ВЛ и токопроводов, устанавливается типовыми инструкциями по эксплуатации ВЛ. Техническое обслуживание и ремонтные работы должны быть организованы, как правило, комплексно с минимальной продолжительностью отключения ВЛ. Они могут проводиться с отключением линии, одной фазы (пофазный ремонт) и без снятия напряжения. Работы на ВЛ с отключением одной фазы и без снятия напряжения должны производиться по специальным инструкциям. При техническом обслуживании и ремонте ВЛ должны использоваться специальные машины, механизмы, транспортные средства, такелаж, оснастка, инструмент и приспособления. Бригады, выполняющие работы на ВЛ, должны быть оснащены средствами связи с руководящими работниками сетевых предприятий и диспетчерскими пунктами. Конструктивные изменения опор и других элементов ВЛ и токопроводов, а также способы закрепления опор в грунте, могут выполняться только при наличии технической документации (обоснования) и с письменного разрешения технического руководителя. Во всех случаях техническое обоснование конструктивных изменений должно соответствовать требованиям нормативно-технических документов по проектированию электроустановок (Правилам устройства электроустановок, Строительным нормам и правилам и т.п.). Антикоррозионное покрытие не оцинкованных металлических опор и металлических элементов железобетонных и деревянных опор, а также стальных тросов и оттяжек проводов, должно восстанавливаться по необходимости. На участках ВЛ и токопроводов, подверженных интенсивному загрязнению, должна применяться специальная или усиленная изоляция и при необходимости проводиться чистка (обмывка) изоляции, замена загрязнённых изоляторов. В зонах интенсивных загрязнений изоляции птицами и в местах их массовых гнездований должны использоваться устройства, исключающие посадку птиц над гирляндами или отпугивающие их. При эксплуатации ВЛ в пролётах пересечения действующей ВЛ с другими ВЛ на каждом проводе или тросе проходящей сверху ВЛ допускается не более одного соединения; в пролётах пересечения с линиями связи и сигнализации и линиями радиотрансляционных сетей соединения не допускаются. Количество соединений проводов и тросов на ВЛ до 1000 В, проходящей снизу, не регламентируется. На ВЛ напряжением выше 1000 В, подверженных интенсивному гололёдообразованию, следует осуществлять плавку гололёда электрическим током.

# 10.5 Борьба с гололёдообразованием на ВЛ.

Отложение гололёда, изморози и мокрого снега представляет большую опасность для нормальной эксплуатации воздушных линий электропередачи. В дальнейшем все виды гололёдно-изморозевых образований именуются гололёдом.

Отложения гололёда могут вызвать:

1) разрегулировку проводов и тросов и их сближение между собой;

2) сближение проводов и тросов при их подскоке вследствие неодновременного сброса гололёда;

3) пляску проводов;

4) обрыв проводов и тросов;

5) разрушение опор;

6) перекрытие линейной изоляции ВЛ.

Наиболее эффективным средством борьбы с гололёдом является плавка гололёда переменным током.Выбор источника питания схем плавки гололёда определяется протяжённостью прогреваемых ВЛ, сечением их проводов, главной схемой соединения и мощностью оборудования электрических подстанций, от которых проводится плавка. Она позволяет в короткий срок удалить гололёд. При проектировании ВЛ, трассы которых приходят в районах гололёдности, а также в районах интенсивной и частой пляски проводов, плавку гололёда рекомендуется предусматривать на проводах линий напряжением до 110 кВ включительно. Плавка гололёда на тросах должна предусматриваться в тех случаях, когда возможно опасное приближение освободившихся от гололёда проводов к тросам, покрытым гололёдом.На линиях 330 и 500 кВ в указанных районах, а также на ВЛ 35-220 кВ в III районе гололёдности вопрос об организации плавки гололёда должен решаться на основе технико-экономического анализа целесообразности ее применения с учётом аварийного недоотпуска энергии потребителям, а также значения линии в энергосистеме. Источники питания схем плавки гололёда должны быть размещены на наиболее крупных узловых подстанциях из числа расположенных в сильно гололёдных районах. Разработка проектов установок плавки гололёда (УПГ) и схем плавки должна производиться одновременно. Плавку гололёда следует начинать при достижении нормативных гололёдно-ветровых нагрузок на проводах. Очерёдность плавки определяется с учётом ответственности потребителей и наличия резервного питания. Минимально необходимое количество УПГ в электрической сети должно быть достаточным для выполнения плавки гололёда на всех ВЛ за 12 ч для сети 110 кВ и выше и за 8 ч для сети 35 кВ. Для своевременного предупреждения об опасных нагрузках от гололёда должны проводиться специальные наблюдения. С этой целью заранее должны быть определены контрольные точки на линии, подвергающиеся сильному обледенению. Наблюдения могут проводиться непосредственно на линии электропередачи или на специально смонтированных гололёдных постах. ПУЭ определяют нормы толщины стенки гололёда для высоты 10 м над поверхностью земли с периодичностью 1 раз в 25 лет (см. таблица 1).

Таблица 1 Районирование по толщине стенки гололёда

|  |  |
| --- | --- |
| Район по гололёду | Нормативная толщина стенки гололёда b, мм |
| I | 10 |
| II | 15 |
| III | 20 |
| IV | 25 |
| V | 30 |
| VI | 35 |
| VII | 40 |
| Особый | Выше 40 |

При организации наблюдений за гололёдообразованием на ответственных линиях, где может быть гололёд с толщиной стенки 15 мм и более, рекомендуется устанавливать автоматические сигнализаторы, которые передают на подстанцию сигнал о появлении гололёда определённого веса в пролётах Как правило, схема плавки гололёда должна вводиться в работу не позднее, чем за 1,0 ч после команды диспетчера о применении плавки. С этой целью должна быть заранее проработана последовательность всех операций по сборке схемы плавки и выполнение мероприятий, обеспечивающих их быстрое завершение. Релейная защита устройств плавки гололёда и электроустановок, питающих эти устройства, должна соответствовать требованиям действующих ПУЭ и Руководящих указаний по проектированию устройств плавки гололёда. Плавка гололёда может производиться способом трёхфазного к. з. при использовании номинального напряжения сети в длительном или повторно-кратковременном режиме короткого замыкания. Способ трёхфазного К.З. применяется также и при использовании пониженного напряжения. Для плавки гололёда может использоваться и способ двухфазного К.З. при номинальном напряжении сети в длительной режиме К.З**.** Кроме того, на линиях с двусторонним питанием для плавки гололёда может быть применено встречное включение фаз. Рассмотрим для примера схему плавки гололёда током трёхфазного короткого замыкания (см. рисунок 2):

 (1)

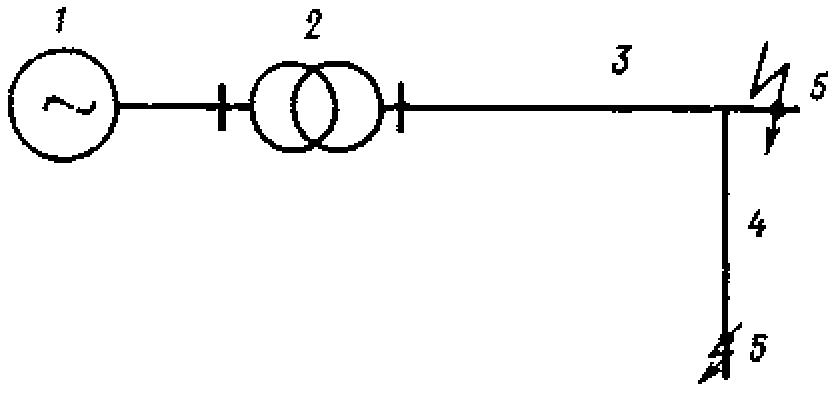


Рис. 2. Схема плавки гололёда:

1 - энергосистема; 2 - питающий трансформатор; 3 - магистральная ВЛ 6-20 кВ; 4 - ответвления; 5 – места плавки методом к.з.; формула 1.

К чему приводит несвоевременное обнаружение и организация плавки гололёда приведено на рисунке 3.

****

Рис. 3 Несвоевременное обнаружение и организация плавки гололёда

Эксплуатирующая ВЛ организация должна контролировать процесс гололёдообразования на ВЛ и обеспечивать своевременное включение схем плавки гололёда; ВЛ, на которых производится плавка гололёда, должны быть, как правило, оснащены устройствами автоматического контроля и сигнализации гололёдообразования и процесса плавки, а также закорачивающими коммутационными аппаратами. Выбор метода плавки определяется условиями работы ВЛ (схема сети, нагрузка потребителей, зона гололёдообразования, возможность отключения линий и т.п.).

Сетевая организация, эксплуатирующая ВЛ, должна содержать в исправном состоянии:

- сигнальные знаки на берегах в местах пересечения ВЛ судоходной или сплавной реки, озера, водохранилища, канала, установленные в соответствии с уставом внутреннего водного транспорта по согласованию с бассейновым управлением водного пути (управлением каналов);

- устройства светоограждения, установленные на опорах ВЛ в соответствии с требованиями правил маркировки и светоограждения высотных препятствий;

- постоянные знаки, установленные на опорах в соответствии с проектом ВЛ и требованиями нормативно-технических документов.

Сетевая организация, эксплуатирующая ВЛ, должна следить за исправностью габаритных знаков, устанавливаемых на пересечениях ВЛ с шоссейными дорогами, и габаритных ворот в местах пересечения ВЛ с железнодорожными путями, по которым возможно передвижение негабаритных грузов и кранов. Установку и обслуживание габаритных ворот и знаков на пересечениях осуществляют организации, в ведении которых находятся железнодорожные пути и шоссейные дороги.

В электрических сетях 6÷35 кВ с малыми токами замыкания на землю допускается работа ВЛ с заземлённой фазой до устранения замыкания; при этом персонал обязан отыскать место повреждения и устранить его в кратчайший срок. В целях своевременной ликвидации аварийных повреждений на ВЛ должен храниться аварийный запас материалов и деталей согласно установленным нормам. Плановый ремонт и реконструкция ВЛ, проходящих по сельскохозяйственным угодьям, должны проводиться по согласованию с землепользователями. Работы по предотвращению нарушений в работе ВЛ и ликвидации последствий таких нарушений могут производиться в любое время года без согласования с землепользователями, но с уведомлением их о проводимых работах. При совместной подвеске на опорах проводов ВЛ и линий другого назначения, принадлежащих другим потребителям, плановые ремонты ВЛ должны проводиться в согласованные с этими потребителями сроки. При авариях ремонтные работы должны проводиться с уведомлением всех потребителей. Сторонний потребитель, проводящий работы на принадлежащих ему проводах, обязан не позднее чем за 3 дня до начала работ согласовать их проведение с сетевым предприятием, эксплуатирующим ВЛ. Эксплуатация ВЛ и токопроводов должна осуществляться в соответствии с местными инструкциями, подготовленным и допущенным к обслуживанию ВЛ персоналом.

# 10.6 Периодические осмотры

На ВЛ должны быть организованы периодические и внеочередные осмотры. Периодические осмотры ВЛ проводятся по графику, утвержденному техническим руководителем. Периодичность осмотров каждой ВЛ по всей длине должна быть не реже 1 раза в год. Кроме того, не реже 1 раза в год административно-технический персонал должен проводить выборочные осмотры отдельных участков линий, включая все участки ВЛ, подлежащие ремонту. Верховые осмотры с выборочной проверкой проводов и тросов в зажимах и дистанционных распорках на ВЛ напряжением 35 кВ и выше, эксплуатируемых 20 лет и более, или на их участках, и на ВЛ, проходящих по зонам интенсивного загрязнения, а также по открытой местности, должны производиться не реже 1 раза в 5 лет; на остальных ВЛ (участках) напряжением 35 кВ и выше - не реже 1 раза в 10 лет. На ВЛ 0,38-20 кВ верховые осмотры должны осуществляться при необходимости. Внеочередные осмотры ВЛ или их участков должны проводиться при образовании на проводах и тросах гололёда, при пляске проводов, во время ледохода и разлива рек, при пожарах в зоне трассы ВЛ, после сильных бурь, ураганов и других стихийных бедствий, а также после отключения ВЛ релейной защитой и неуспешного автоматического повторного включения, а после успешного повторного включения - по мере необходимости.

При осмотрах ВЛ в обязательном порядке проверяется:

- состояние фундаментов, приставок: не должно быть оседания или вспучивания грунта вокруг фундаментов, трещин и повреждений в фундаментах (приставках), должно быть достаточное заглубление;

- состояние опор: не должно быть их наклонов или смещения в грунте, видимого загнивания деревянных опор, обгорания и расщепления деревянных деталей, нарушений целостности бандажей, сварных швов, болтовых и заклёпочных соединений на металлических опорах, отрывов металлических элементов, коррозии металла, трещин и повреждений железобетонных опор, птичьих гнёзд, других посторонних предметов на них. На опорах должны быть плакаты и знаки безопасности.

В процессе осмотров контролируется:

- состояние проводов и тросов: не должно быть обрывов и оплавлений отдельных проволок, набросов на провода и тросы, нарушений их регулировки, недопустимого изменения стрел провеса и расстояний от проводов до земли и объектов, смещения от места установки гасителей вибрации, предусмотренных проектом ВЛ;

- состояние гибких шин токопроводов: не должно быть перекруток, рас плёток и лопнувших проволок;

- состояние изоляторов: не должно быть боя, ожогов, трещин, загрязненности, повреждения глазури, неправильной насадки штыревых изоляторов на штыри или крюки, повреждений защитных рогов; должны быть на месте гайки, замки или шплинты;

- состояние арматуры: не должно быть трещин в ней, перетирания или деформации отдельных деталей;

- состояние разрядников, коммутационной аппаратуры на ВЛ и концевых кабельных муфт на спусках: не должно быть повреждений или обрывов заземляющих спусков на опорах и у земли, нарушений контактов в болтовых соединениях молниезащитного троса с заземляющим спуском или телом опоры, разрушения коррозией элементов заземляющего устройства.

Профилактические проверки и измерения на ВЛ и токопроводах выполняются в объемах и в сроки, предусмотренные нормами испытания электрооборудования. Неисправности, обнаруженные при осмотре ВЛ и токопроводов и в процессе профилактических проверок и измерений, должны быть отмечены в эксплуатационной документации (журнале или ведомости дефектов). Все выявленные дефекты должны быть устранены в кратчайший срок или при проведении технического обслуживания и ремонта. Эксплуатационные допуски и нормы отбраковки деталей опор и других элементов ВЛ приведены в нормах испытания электрооборудования и НТД.

# 10.7 Очистка трас от кустарников и деревьев, поддержание противопожарного состояния трасс

При осмотре ВЛ и токопроводов необходимо проверять противопожарное состояние трассы: в охранной зоне ВЛ не должно быть посторонних предметов, строений, стогов сена, штабелей леса, деревьев, угрожающих падением на линию или опасным приближением к проводам, складирования горючих материалов, костров; не должны выполняться работы сторонними организациями без письменного согласования с предприятием, которому принадлежит ВЛ. Трассу ВЛ необходимо периодически расчищать от кустарников и деревьев и содержать в безопасном в пожарном отношении состоянии; следует поддерживать установленную ПУЭ ширину просек и проводить обрезку деревьев. Деревья, создающие угрозу падения на провода и опоры, должны быть вырублены с последующим уведомлением об этом организации, в ведении которой находятся насаждения.

10.8 Контроль состояния изоляции

Контроль изоляторов и изолирующих подвесок.

1.Измерение сопротивления изоляторов.

Измерение сопротивления фарфоровых подвесных изоляторов производится мегомметром на напряжение 2500 В только при положительной температуре окружающего воздуха. При монтаже изоляторов сопротивление изоляции измеряется непосредственно перед установкой изоляторов. Сопротивление каждого подвесного изолятора должно быть не менее 300 МОм.

Необходимость испытания штыревых изоляторов на ВЛ определяется с учётом фактических показателей надёжности изоляторов и местных условий эксплуатации.

2.Измерение распределения напряжения по изоляторам

Распределение напряжения по фарфоровым изоляторам в поддерживающих и натяжных гирляндах производится на ВЛ, находящейся под напряжением, при положительной температуре окружающего воздуха с помощью измерительной штанги или штанги с постоянным искровым промежутком. Усреднённые распределения напряжений по подвесным фарфоровым изоляторам гирлянд ВЛ напряжением 35-220 кВ приведены в таблице 1. При проверке изоляторов штангой с постоянным искровым промежутком изолятор бракуется, если пробой промежутка не происходит при напряжении, соответствующем дефектному состоянию наименее электрически нагруженного изолятора гирлянды.

Испытания подвесных и натяжных изоляторов

3. Испытания установленных на ВЛ стеклянных подвесных изоляторов, изоляторов всех типов для подвески грозозащитного троса и полимерных изоляторов не производятся; их контроль осуществляется внешним осмотром.

4. Контроль линейной арматуры осуществляется внешним осмотром.

Линейная арматура должна браковаться и подлежать замене, если:

- поверхность арматуры покрыта сплошной коррозией;

- в деталях арматуры имеются трещины, раковины, оплавления, изгибы;

- формы и размеры деталей не соответствуют чертежам;

- оси и другие детали шарнирных сочленений имеют износ более 10%.

Расстояние между осью гасителя вибрации и местом выхода провода (троса) из поддерживающего или натяжного зажима, точки схода с ролика многороликового подвеса или от края защитной муфты не должно отличаться от проектного значения более чем на ±25 мм. Расстояния между группами дистанционных распорок не должны отличаться от проектного более чем на ±10%, расстояния между рогами искровых промежутков на грозозащитных тросах не должны отличаться от проектного более чем на ±10%.

10.9 Дистанционное определение мест повреждения ВЛ

Для дистанционного определения мест повреждения ВЛ напряжением 110-220 кВ, а также мест междуфазных замыканий на ВЛ 6÷35 кВ, должны быть установлены специальные приборы. На ВЛ напряжением 6÷35 кВ с отпайками должны быть установлены указатели повреждённого участка.Потребители должны быть оснащены переносными приборами для определения мест замыкания на землю на ВЛ 6÷35 кВ.