РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ «ЕЭС РОССИИ»

УТВЕРЖДЕНО

Департамент электрических сетей
РАО «ЕЭС России»
19 сентября 1994 г.

ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35–800 кВ

РД 34.20.504–94

Типовая инструкция введена в действие с 1 января 1996 г.

Москва
«Издательство НЦ ЭНАС»
2003

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.313.315.1 (083)
ББК 31.279
Т43

Т43 **Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий** электропередачи напряжением 35–800 кВ. **РД 34.20.504–94.** – М Изд-во НЦ ЭНАС, 2003 – 200 с ил

ISBN 5-93196-369-3

Типовая инструкция устанавливает порядок эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35 800 кВ переменного и постоянного тока, а также приемки в эксплуатацию вновь сооруженных ВЛ

Настоящая Типовая инструкция является переработкой «Типовой инструкции по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35–800 кВ» (Ч 1 и 2) (М СПО Союзтехэнерго, 1983) При переработке Типовой инструкции были учтены руководящие документы по эксплуатации ВЛ напряжением 35 800 кВ, вышедшие за 1983 1993 гг и замечания энергосистем по данной Типовой инструкции

Инструкция предназначена для руководителей энергоуправлений (объединений), предприятий (районов, участков) электрических сетей, а также инженерно-технического персонала, электромонтеров, дежурного персонала и диспетчеров

УДК 621.313.315.1 (083)
ББК 31.279

ISBN 5-93196-369-3

© Макет, оформление
ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС», 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая Типовая инструкция является переработкой «Типовой инструкции по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35–800 кВ». Ч. 1 и 2 (М.: СПО Союзтехэнерго, 1983).

Инструкция разработана АО «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС» (исполнители: Алексеев В. В., Герасимов В. М.).

При переработке Типовой инструкции были учтены руководящие документы по эксплуатации ВЛ напряжением 35–800 кВ, вышедшие в 1983–1993 гг. и замечания энергосистем по данной Типовой инструкции.

Настоящая инструкция распространяется на работников, занятых техническим обслуживанием и капитальным ремонтом воздушных линий электропередачи, направленными на обеспечение их надежной, экономичной работы.

На основании данной Типовой инструкции могут быть составлены местные инструкции, учитывающие конкретные условия эксплуатации ВЛ и применяемые методы работ.

В приложениях 1–11 к Типовой инструкции приведены нормативы комплектования автотранспортными средствами, спецмеханизмами производственных подразделений; табели комплектования предприятий электрических сетей средствами малой механизации, такелажным оборудованием, ручным инструментом и приборами для ремонта и технического обслуживания ВЛ напряжением 35–750 кВ; нормы расхода материалов на техобслуживание и ремонт ЛЭП; основные характеристики ВЛ 35–800 кВ и их элементов; перечень нормативно-технических документов по ВЛ 35 кВ и выше; основные рекомендуемые формы документации по ВЛ и другие вспомогательные материалы.

С вводом в действие настоящей Типовой инструкции аннулируется «Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35–800 кВ». Ч. 1 и 2 (М.: СПО Союзтехэнерго, 1983).

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Настоящая Типовая инструкция устанавливает порядок эксплуатации воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 35–800 кВ переменного и постоянного тока, а также приемки в эксплуатацию вновь сооруженных ВЛ.

1.2. На основании данной Типовой инструкции по усмотрению руководства энергопредприятий могут быть составлены местные инструкции, учитывающие конкретные условия эксплуатации ВЛ и применяемые методы работ.

1.3. Настоящая Типовая инструкция предназначена для руководителей энергоуправлений (объединений), предприятий (районов, участков) электрических сетей, а также инженерно-технического персонала, электромонтеров, дежурного персонала и диспетчеров.

1.4. Термины, сокращения и определения, принятые в данной Типовой инструкции, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Термины, сокращения и определения

Термин, сокращение	Определение
Воздушная линия электропередачи	Устройство для передачи электроэнергии по неизолированным проводам, расположенным на открытом воздухе и подвешенным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.). За начало и конец ВЛ принимаются линейные порталы или линейные вводы распределительных устройств, а за ответвления – ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод распределительного устройства. ВЛ могут быть переменного и постоянного тока
ВЛ переменного тока	ВЛ, присоединенная к источнику переменного тока или соединяющая две системы переменного тока. ВЛ переменного тока могут быть одноцепными, содержащими одну цепь, двухцепными, содержащими две отдельные цепи, подвешиваемые на одной или нескольких опорах, и многоцепными – с более чем двумя отдельными цепями (необязательно одинакового напряжения), подвешиваемыми на одной опоре

Продолжение табл. 1.1

Термин, сокращение	Определение
Фаза ВЛ	Один или несколько проводов или один из выводов многофазной системы переменного тока. ВЛ могут выполняться с одним или несколькими проводами в фазе, во втором случае фаза называется расщепленной
ВЛ постоянного тока	ВЛ, присоединенная к источнику постоянного тока. ВЛ постоянного тока может быть одноцепной, двухцепной и многоцепной, однополюсной и двухполюсной
Действующая ВЛ	ВЛ или ее участки, которые находятся под напряжением либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов
Нормативно-технические документы	Действующие документы по проектированию, сооружению и эксплуатации ВЛ
Эксплуатация ВЛ	Техническое обслуживание и капитальный ремонт ВЛ
Плановый ремонт ВЛ	Капитальный ремонт ВЛ, осуществляемый по предварительному назначению
Неплановый ремонт ВЛ	Капитальный ремонт ВЛ, осуществляемый без предварительного назначения
Исправное состояние, исправность ВЛ, элементов ВЛ	Состояние ВЛ или элементов ВЛ, при котором она или ее элементы соответствуют всем требованиям, установленным нормативно-техническими документами
Неисправное состояние, неисправность ВЛ, элементов ВЛ	Состояние ВЛ или элементов ВЛ, при котором она или ее элементы не соответствуют хотя бы одному из требований, установленных нормативно-техническими документами
Дефект элемента ВЛ	Отдельное несоответствие элемента ВЛ требованиям, установленным нормативно-техническими документами
Отказ ВЛ, элементов ВЛ	Событие, заключающееся в нарушении работоспособности ВЛ, элементов ВЛ
Повреждение ВЛ, элементов ВЛ	Событие, заключающееся в нарушении исправности ВЛ или элементов ВЛ
Техперевооружение ВЛ	Техническое перевооружение, реконструкция и модернизация ВЛ
ПЭС	Предприятие электрических сетей

Продолжение табл. 1.1

Термин, сокращение	Определение
Руководители энергоуправлений (объединений), предприятий, районов, участков электрических сетей	Директор, главный инженер и их заместители
Инженерно-технический персонал	Руководители, начальники служб и отделов районных энергетических управлений (объединений), предприятий, районов и участков электрических сетей, заместители указанных лиц, инженеры, техники, мастера, занимающиеся эксплуатацией ВЛ
Электромонтеры	Рабочие, осуществляющие эксплуатацию ВЛ
Дежурный персонал, диспетчеры	Лица, находящиеся на дежурстве в смене и допущенные к оперативному управлению и оперативным переключениям, дежурные инженеры и техники, начальники смен, дежурные на дому и щитах управления, оперативно-выездные бригады (ОВБ), диспетчеры энергоуправлений и производственных объединений, предприятий, районов и участков электрических сетей
СМО	Строительно-монтажные организации
Населенная местность	Земли городов в пределах городской черты, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов
Ненаселенная местность	Земли, за исключением земель населенной и труднодоступной местности. К ненаселенной местности относятся: незастроенные местности, хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта и сельскохозяйственных машин, сельскохозяйственные угодья, огороды, сады, местности с отдельными редко стоящими строениями и временными сооружениями
Труднодоступная местность	Местность, недоступная для транспорта и сельскохозяйственных машин
Охранная зона ВЛ	Зона вдоль ВЛ в виде участка земли, воздушного и водного пространства (размеры зоны приведены в разд. 4 настоящей Типовой инструкции)

Продолжение табл. 1.1

Термин, сокращение	Определение
Зона влияния ВЛ 330–750 кВ	Участок земли и воздушное пространство вблизи ВЛ 330–750 кВ переменного тока, в котором напряженность электрического поля на рабочем месте превышает 5 кВ/м
Трасса ВЛ	Полоса земли, на которой сооружена ВЛ
Пролет ВЛ	Горизонтальное расстояние между осевыми линиями опор
Промежуточный пролет	Горизонтальное расстояние между осевыми линиями смежных промежуточных или промежуточной и анкерной опорами
Анкерный пролет	Участок ВЛ, заключенный между двумя соседними анкерными опорами
Стрела провеса	Расстояние по вертикали в пролете ВЛ между проводом (тросом) и прямой линией, соединяющей точки его подвеса
Опора ВЛ	Конструкция, на которой подвешены провода и грозозащитные тросы ВЛ
Промежуточная опора	Опора, расположенная на прямолинейном участке трассы ВЛ с поддерживающей подвеской проводов и воспринимающая нагрузки от массы проводов, грозозащитных тросов, гололеда и действующие на них ветровые нагрузки
Промежуточно-угловая опора	Промежуточная опора, применяемая при небольших углах поворота трассы ВЛ
Анкерная, анкерно-угловая опора	Опора, полностью воспринимающая тяжение проводов и грозозащитных тросов в смежных с опорой пролетах, а также действующие на них ветровые нагрузки. Провода и тросы крепятся к анкерной опоре с помощью натяжных изолирующих подвесок
Концевая опора	Опора, расположенная в конце ВЛ и рассчитанная на восприятие одностороннего тяжения всех проводов и грозозащитных тросов
Транспозиционная опора	Опора, на которой осуществляется транспозиция фаз ВЛ на трассе
Провод	Элемент ВЛ, предназначенный для передачи электрического тока. На ВЛ 35–800 кВ применяются неизолированные провода
Грозозащитный (молниезащитный) трос	Элемент ВЛ, предназначенный для защиты ВЛ от прямых ударов молнии. Трос заземляется или изолируется от тела опоры (земли) и, как правило, располагается над проводами фаз, полюсов

Продолжение табл. 1.1

Термин, сокращение	Определение
Линейный изолятор	Изолятор, предназначенный для работы на ВЛ
Подвесной изолятор	Линейный изолятор, предназначенный для подвижного крепления токоведущих элементов к несущим конструкциям или объектам
Тарельчатый изолятор	Подвесной изолятор с арматурой, изоляционная часть которого имеет форму диска, тарелки или колокола
Стержневой линейный изолятор	Линейный изолятор со сплошным телом в форме цилиндра или усеченного конуса с ребрами или без них, неподвижно соединенным с арматурой
Гирлянда изоляторов	Устройство, состоящее из нескольких подвесных изоляторов, подвижно соединенных между собой
Изолирующая подвеска	Одна или несколько гирлянд изоляторов, подвижно соединенных между собой в сборе с линейной арматурой
Поддерживающая подвеска	Изолирующая подвеска, предназначенная для поддерживания проводов, грозозащитных тросов
Натяжная подвеска	Изолирующая подвеска, предназначенная для натяжения проводов, грозозащитных тросов
Подвеска	Устройство, состоящее из линейной арматуры и изоляторов для прикрепления проводов или грозозащитного троса к опоре или только арматуры для прикрепления грозозащитного троса
Штыревой изолятор	Линейный изолятор, состоящий из изоляционной части с арматурой в виде штыря или крюка
Механическая разрушающая сила (для изолятора)	Наименьшее значение силы, приложенной к изолятору в определённых условиях, при которой он разрушается
Электромеханическая разрушающая сила (для изолятора)	Наименьшее значение силы, приложенной в определенных условиях к изолятору, находящемуся под действием разности электрических потенциалов, при которой он разрушается
Линейная арматура, арматура	Совокупность крепежных, защитных и других изделий для ВЛ

Окончание табл. 1.1

Термин, сокращение	Определение
Пляска проводов, грозозащитных тросов	Колебания проводов, грозозащитных тросов с большой амплитудой (примерно 0,3–5 м) и малой частотой (около 0,3–2 Гц). Пляска проводов (тросов) происходит, как правило, при скоростях ветра 3–15 м/с и одностороннем образовании на проводах (тросах) гололеда толщиной 3–40 мм. Пляска может быть и при меньших размерах гололеда и даже при отсутствии его. При пляске могут образовываться в пролете одна или несколько полуволн
Вибрация проводов, грозозащитных тросов	Колебания проводов, грозозащитных тросов в вертикальной плоскости с амплитудой до 50 мм, частотой колебания от 3 до 150 Гц при незначительных скоростях ветра (от 0,6 до 7 м/с)
Гололед	Образование в виде твердого, прозрачного или полупрозрачного льда с плотностью (0,6–0,9) 10^3 кг/м^3 или изморози (инея), имеющей вид кристаллического осадка, напоминающего снег с плотностью (0,2–0,3) 10^3 кг/м^3, или смеси, состоящей из напластований льда, изморози и мокрого снега
Плавка гололеда	Удаление гололеда с проводов, грозозащитных тросов ВЛ путем нагрева их электрическим током
Должно, необходимо, следует	Обозначает обязательность выполнения требований настоящей Инструкции
Допускается, разрешается	Обозначает, что данное требование может выполняться в зависимости от местных условий

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЛ

2.1. Общие положения

2.1.1. Эксплуатация ВЛ заключается в проведении технического обслуживания и капитального ремонта, направленных на обеспечение их надежной работы.

2.1.2. Техническое обслуживание ВЛ состоит из комплекса мероприятий, направленных на предохранение элементов ВЛ от преждевременного износа.

При техническом обслуживании должны выполняться осмотры, проверки, измерения, отдельные виды работ.

2.1.3. При капитальном ремонте ВЛ должен быть выполнен комплекс мероприятий по поддержанию или восстановлению первоначальных эксплуатационных показателей и параметров ВЛ или отдельных ее элементов. При этом изношенные детали и элементы либо ремонтируются, либо заменяются более прочными и экономичными, улучшающими эксплуатационные характеристики линии.

Устранение неисправностей, а также повреждений непредвиденного характера должно производиться при очередном капитальном ремонте, техническом обслуживании. Повреждения, которые могут привести к аварии, должны устраняться немедленно.

2.1.4. Техническое обслуживание и капитальные ремонты ВЛ, а также реконструктивные, погрузочно-разгрузочные работы, непосредственно связанные с эксплуатацией ВЛ, должны производиться с использованием машин, механизмов и приспособлений, предусмотренных «Нормативами комплектования автотранспортными средствами, спецмеханизмами и тракторами производственных подразделений Минэнерго СССР для технического обслуживания и ремонта электрических сетей» (М.: СПО ОРГРЭС, 1991).

Нормативы приведены в прил. 1.

2.1.5. При техническом обслуживании и капитальном ремонте ВЛ применяется один из следующих методов:

комплексный, т. е. одна или несколько бригад выполняет полный объем работ на данной ВЛ (участке ВЛ) в течение возможно более короткого срока;

по видам работ, т. е. специализированные бригады выполняют однотипные работы на одной или нескольких параллельных ВЛ (например, замену приставок и выправку опор под напряжением, окраску металлических опор, расчистку трасс от зарослей и т. д.).

Техническое обслуживание и капитальный ремонт рекомендуется выполнять преимущественно комплексным методом.

2.1.6. Работы по техническому обслуживанию и капитальному ремонту комплексным методом или по видам работ рекомендуется выполнять бригадами централизованного обслуживания, организуемыми в службе линий или территориальных производственных подразделений ПЭС.

2.1.7. При определении зон обслуживания ВЛ бригадами централизованного обслуживания рекомендуется руководствоваться следующим:

а) оптимальная зона обслуживания ВЛ одной ремонтно-производственной базой (РПБ), при которой обеспечивается наиболее эффективная загрузка персонала и рациональное использование средств механизации:

протяженность ВЛ (в зависимости от плотности электрических

сетей, их состояния и состояния дорог) – от 500 до 1 500 км линий по цепям;

расстояние до наиболее удаленных объектов в зоне обслуживания – 40 км;

б) допустимая зона обслуживания:

наименьшая протяженность ВЛ – 200–300 км линий по цепям;

наибольшее расстояние до объектов обслуживания (в зависимости от плотности электрических сетей и состояния дорог) – 80–100 км.

2.1.8. Бригады централизованного обслуживания ВЛ должны быть обеспечены:

механизмами, автотранспортом, такелажными приспособлениями, инструментом, защитными средствами, средствами связи;

производственными и бытовыми помещениями: кладовыми, складами, мастерскими, гаражами для автомашин и механизмов, раздевалками, душевыми и т. п.;

необходимой технической документацией и производственными инструкциями.

2.1.9. В целях повышения производительности труда рекомендуется применять совмещение профессий, в первую очередь профессии водителей, трактористов, крановщиков, электро- и газосварщиков с профессией электромонтеров.

2.1.10. Машины, механизмы, приспособления и другое оборудование, постоянно используемые бригадами централизованного обслуживания, закрепляются за этими бригадами. Механизмы, недостаточно применяемые бригадой, размещаются в ПЭС, РЭУ (ПЭО).

2.1.11. Ответственность за техническое состояние машин, механизмов, специализированного оборудования, их своевременный ремонт и испытания возлагается на службу механизации и транспорта (или аналогичную службу) предприятия электрических сетей (энергосистемы, объединения).

Производственные подразделения ПЭС, обслуживающие ВЛ, несут ответственность за нормальную эксплуатацию закрепленных за ними средств механизации.

Ответственность за эксплуатацию такелажных приспособлений, инструмента и другого оборудования, их своевременный ремонт и испытания возлагается на руководителей (мастеров) производственных подразделений, за которыми закреплено это оборудование.

2.1.12. Механизмы, инструмент и приспособления для работ на ВЛ должны постоянно содержаться в исправном состоянии, своевременно испытываться и ремонтироваться.

Канаты (хлопчатобумажные, капроновые и др.) должны тщательно просушиваться.

Результаты испытаний и осмотров механизмов, такелажных приспособлений и оборудования должны быть оформлены в журналах учета.

2.1.13. Хранение неисправного или негодного инструмента, приспособлений вместе с исправным запрещается.

2.1.14. В месте хранения должен быть вывешен список имеющихся механизмов, инструмента и приспособлений с указанием срока их испытаний или осмотров.

2.1.15. Техническое обслуживание и капитальный ремонт ВЛ в зависимости от вида работ, наличия соответствующих приспособлений, подготовки персонала и других условий могут выполняться со снятием напряжения, без снятия напряжения на нетоковедущих частях или под напряжением на токоведущих частях.

2.1.16. Конструктивные изменения опор и других элементов ВЛ, а также закрепление опор в грунте должны выполняться только при наличии технического обоснования и с разрешения главного инженера ПЭС.

2.1.17. Предприятиям, в ведении которых находятся ВЛ, разрешается производить в охранных зонах земляные работы, необходимые для ремонта или техперевооружения этих линий.

2.1.18. Плановые работы по ремонту и техперевооружению ВЛ, проходящих по сельскохозяйственным угодьям, должны производиться по согласованию с землепользователями и, как правило, в период, когда эти угодья не заняты сельскохозяйственными культурами или когда возможно обеспечение сохранности этих культур.

Работы по ликвидации аварий и техническому обслуживанию ВЛ могут производиться в любой период без согласования с землепользователем, но с уведомлением его о проводимых работах.

После выполнения указанных работ ПЭС, в ведении которого находятся ВЛ, должно привести земельные угодья в состояние, пригодное для использования по целевому назначению, а также возместить землепользователям убытки, причиненные при проведении работ.

2.1.19. Порядок эксплуатации ВЛ на территории предприятий и организаций, в полосах отвода железных и автомобильных дорог, вблизи аэродромов, в охранных зонах трубопроводов и линий связи должен согласовываться ПЭС, в ведении которого находятся эти ВЛ, с соответствующими предприятиями и организациями. Техническому персоналу ПЭС, в ведении которых находятся эти ВЛ, должно предоставляться право беспрепятственного доступа к ВЛ для их ремонта и технического обслуживания.

Если ВЛ расположены на территории запретных зон, то соответствующие организации должны выдавать работникам, обслуживаю-

щим эти ВЛ, пропуска для проведения осмотров и ремонтных работ в любое время суток.

2.1.20. Табели комплектования предприятий электрических сетей средствами малой механизации, приспособлениями, такелажным оборудованием, ручным инструментом и приборами для оснащения бригад, обслуживающих ВЛ, приведены в прил. 2.

2.1.21. Нормы расхода материалов на техническое обслуживание и ремонт воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ приведены в прил. 3.

2.1.22. Перечень нормативно-технических документов по ВЛ 35 кВ и выше приведен в прил. 4.

2.2. Планирование работ на ВЛ и оформление технической документации

2.2.1. Для обеспечения планирования работ должны составляться годовые и месячные планы и графики технического обслуживания и ремонта ВЛ.

2.2.2. Годовые планы работ по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ составляются службой линий или руководством РЭС на основании многолетних графиков.

2.2.3. Планы материально-технического снабжения должны полностью соответствовать объемам и срокам, предусмотренным планом проведения капитального ремонта.

2.2.4. Годовые планы работ на ВЛ рекомендуется оформлять в виде:

планов-графиков работ по техническому обслуживанию и ремонту каждой ВЛ;

сводных планов (в денежном выражении) для ВЛ каждого класса напряжения с разбивкой по месяцам с указанием сводных объемов основных работ по капитальному ремонту.

Планы-графики составляются в нескольких экземплярах (для мастера бригады централизованного обслуживания, службы линий, планового отдела и вышестоящей организации) и утверждаются ПЭС.

При составлении планов и планов-графиков комплексных работ должен учитываться сезонный характер отдельных видов работ.

2.2.5. Объемы работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту ВЛ определяются на основании результатов измерений, проверок и осмотров.

2.2.6. Для обеспечения нормальной эксплуатации ВЛ и контроля за выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту осуществляется ведение технической документации в соответствии с прил. 5.

2.2.7. Все изменения на существующих ВЛ, а также технические данные новых объектов после их приемки подлежат немедленному занесению в техническую документацию.

2.2.8. В сроки, установленные руководством ПЭС, мастерами бригад, обслуживающих ВЛ, и инженерно-техническим персоналом службы линий или территориальных производственных подразделений, производится сдача-приемка выполненных объемов работ по каждой линии с соответствующим оформлением в планах-графиках и оценкой качества проведения этих работ.

Плановый отдел на основании принятых службой линий объемов работ составляет сводный отчет в денежном выражении с указанием физических объемов выполненных основных работ по капитальному ремонту и представляет его в вышестоящую организацию.

2.2.9. Техническая документация по эксплуатируемым ВЛ – утвержденный 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 приемки в эксплуатацию, материалы учета технического обслуживания и ремонта ВЛ – должна храниться в ПЭС.

2.2.10. При отсутствии проектной документации по ВЛ необходимые характеристики ее элементов и конструкций должны быть определены на основании технической инвентаризации и расчетов.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВЛ

3.1. Общие положения

3.1.1. Техническое обслуживание ВЛ осуществляется за счет средств, выделяемых на эти работы.

Работы, не отличающиеся по своему характеру от производимых при техническом обслуживании, но выполняемые одновременно с капитальным ремонтом, осуществляются за счет средств на капитальный ремонт.

3.1.2. Перечень и сроки проведения работ (осмотры, проверки и измерения, выполнение отдельных видов работ по устранению мелких повреждений и неисправностей), выполняемых при техническом обслуживании ВЛ, приведены в табл. 3.1.

В объем отдельных видов работ, проводимых при техническом обслуживании ВЛ, входит вырубка отдельных деревьев, обрезка сучьев, восстановление знаков и плакатов на некоторых опорах, замена отдельных элементов ВЛ, выправка некоторых опор, замена трубчатых разрядников, подтяжка болтовых соединений, технический

надзор за проведением работ при сооружении ВЛ, наблюдение за образованием гололеда, охрана ВЛ.

3.1.3. Осмотры, проверки и измерения производятся для выявления нарушений и неисправностей, возникающих на ВЛ и трассах. Их рекомендуется производить комплексно, одновременно на одной или нескольких параллельно идущих ВЛ, если по технологическим требованиям это возможно в данное время года.

Проверка загнивания деталей деревянных опор выполняется в летнее время и может совмещаться с другими работами по техническому обслуживанию данной ВЛ.

3.1.4. Работы по техническому обслуживанию ВЛ выполняются электромонтерами ПЭС (РЭС), за исключением выборочных осмотров и осмотров ВЛ после капитального ремонта, которые выполняются инженерно-техническими работниками.

Таблица 3.1

Перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании ВЛ, и сроки их проведения

Наименование работы	Сроки проведения	Примечание
1. Осмотры ВЛ		
1.1. Периодические осмотры в дневное время:		По графикам, утвержденным главным инженером ПЭС
1.1.1. Осмотр без подъема на опоры	Не реже 1 раза в год	
1.1.2. Верховые осмотры с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах и дистанционных распорках	Не реже 1 раза в 6 лет	При обнаружении повреждения проводов от вибрации производится сплошная проверка с выемкой проводов из поддерживающих зажимов
1.1.3. Выборочные осмотры отдельных ВЛ (или их участков), выполняемые инженерно-техническими работниками ПЭС (РЭС)	Не реже 1 раза в год	
1.1.4. Осмотры ВЛ (или их участков), на которых производился капитальный ремонт, инженерно-техническими работниками ПЭС (ГЭС)	После каждого капитального ремонта	

Продолжение табл. 3.1

Наименование работы	Сроки проведения	Примечание
1.2. Внеочередные осмотры:		По решению главного инженера ПЭС, начальника службы линий, начальника РЭС
1.2.1. Осмотры после стихийных явлений или в условиях, которые могут привести к повреждениям ВЛ		
1.2.2. Осмотры после автоматического отключения ВЛ действием релейной защиты		
1.2.3. Осмотры после успешного повторного включения ВЛ	По мере необходимости	
1.2.4. Ночные осмотры	По мере необходимости	
2. Проверки и измерения:		
2.1. Проверка противопожарного состояния трассы в зоне возможных пожаров	При осмотрах ВЛ	
2.2. Проверка расстояний от проводов до поверхности земли и различных объектов, до пересекаемых сооружений	При осмотрах ВЛ	
2.3. Проверка положения опор	При осмотрах ВЛ	
2.4. Проверка и подтяжка бандажей, болтовых соединений и гаек анкерных болтов опор	Не реже 1 раза в 6 лет	
2.5. Выборочная проверка состояния фундаментов опор и U-образных болтов опор на оттяжках со вскрытием грунта	Не реже 1 раза в 6 лет	
2.6. Проверка состояния железобетонных опор и приставок	Не реже 1 раза в 6 лет	

Продолжение табл. 3.1

Наименование работы	Сроки проведения	Примечание
2.7. Проверка состояния антикоррозионного покрытия металлических опор и траверс, металлических подножников и анкеров оттяжек с выборочным вскрытием грунта	Не реже 1 раза в 6 лет	Одновременно с верховыми осмотрами ВЛ
2.8. Проверка загнивания деталей деревянных опор	1 раз через 3–6 лет после ввода ВЛ в эксплуатацию, далее – не реже 1 раза в 3 года, а также перед подъемом на опору или сменой деталей	При применении деталей опор из некачественной древесины сроки проверки могут изменяться главным инженером ПЭС, начальником РЭС на основании опыта эксплуатации
2.9. Проверка тяжения в оттяжках опор	Не реже 1 раза в 6 лет	
2.10. Проверка состояния проводов, грозозащитных тросов и контактных соединений	При осмотрах ВЛ, после монтажа новых соединений	После установки новых контактных соединений дополнительно должны быть проведены измерения их геометрических размеров (длин, диаметров)
2.11. Проверка состояния контактных болтовых соединений проводов электрическими измерениями	Не реже 1 раза в 6 лет	Контактные болтовые соединения, измерения по которым показали их неудовлетворительное состояние, должны пройти ревизию
2.12. Проверка изоляторов:		
2.12.1. Проверка фарфоровых и стеклянных изоляторов всех типов	При осмотрах ВЛ	Проверка производится визуально
2.12.2. Проверка электрической прочности подвесных тарельчатых фарфоровых изоляторов	Сроки проверок для ВЛ 35–500 кВ в зависимости от уровня отбраковки и условий эксплуатации изоляторов устанавливаются в соответствии с прил. 6	Проверка производится дополнительно к проверке по п. 2.12.1 настоящей таблицы

Продолжение табл. 3.1

Наименование работы	Сроки проведения	Примечание
2.13. Проверка заземляющих устройств опор:		
2.13.1. Проверка наличия и состояния заземляющих проводников и их соединений с заземлителями на опорах ВЛ	При осмотрах ВЛ, после капитального ремонта или реконструкции заземляющего устройства	
2.13.2. Измерения сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ 110 кВ и выше с грозозащитными тросами	После обнаружения следов перекрытий или разрушений изоляторов электрической дугой	Измерения производятся в дополнение к проверке по п. 2.13.1 настоящей таблицы
2.13.3. Выборочное измерение сопротивления заземляющих устройств железобетонных и металлических опор в населенной местности, на участках ВЛ с наиболее агрессивными, выдуваемыми или плохо проводящими грунтами	Не реже 1 раза в 12 лет	Измерения производятся в дополнение к проверке и измерениям по пп. 2.13.1 и 2.13.2 настоящей таблицы на 2 % опор с заземлителями с вскрытием грунта для осмотра элементов заземлителя, находящихся в земле, в периоды наибольшего просыхания грунта. Для заземляющих устройств опор ВЛ, подверженных интенсивной коррозии, по решению главного инженера ПЭС может быть установлена более частая периодичность выборочного вскрытия грунта
2.14. Проверка трубчатых разрядников и защитных промежутков	При осмотрах ВЛ	Трубчатые разрядники 1 раз в 3 года должны быть сняты с опор для проверки

Окончание табл. 3.1

Наименование работы	Сроки проведения	Примечание
3. Отдельные работы:		
3.1. Вырубка отдельных деревьев (угрожающих падением на ВЛ или разрастанием в сторону ВЛ на недопустимые расстояния), обрезка сучьев	По мере необходимости	
3.2. Восстановление знаков и плакатов на отдельных опорах	По мере необходимости	
3.3. Замена отдельных элементов ВЛ (утративших в период между очередными капитальными ремонтами нормативные характеристики), выправка отдельных опор, замена трубчатых разрядников, подтяжка болтовых соединений	По мере необходимости	
3.4. Технический надзор за проведением работ при сооружении ВЛ	При сооружении новых ВЛ	Технический надзор должен проводиться в соответствии с положениями, приведенными в разд. 8 настоящей Типовой инструкции
3.5. Наблюдение за образованием гололеда	При атмосферных условиях, способствующих образованию гололеда	
3.6. Охрана ВЛ	По мере необходимости	

3.2. Характерные неисправности на ВЛ

3.2.1. Нарушения и неисправности на трассах:

наличие в охранной зоне ВЛ скирд хлеба, ометов соломы, стогов сена, штабелей торфа, лесо- и пиломатериалов, складирование кормов и удобрений, топлива и других горючих материалов, разведение огня;

наличие на краю просеки отдельных деревьев, угрожающих падением на провода ВЛ или разрастанием в сторону ВЛ на недопустимые расстояния;

недостаточная ширина просеки по трассе ВЛ;

наличие под проводами деревьев и кустарников высотой 4 м и более;

наличие растительности на земле, отведенной под опору;

выполнение на трассе в охранных зонах различных работ без письменного согласования с предприятием, эксплуатирующим ВЛ, снос или реконструкция построенных и строительство новых зданий, мостов, тоннелей, железных, автомобильных дорог, ВЛ, линий связи и других сооружений, погрузочно-разгрузочные, строительные, монтажные, взрывные, ирригационные и поливные работы, посадка и вырубка деревьев и кустарников, разработка карьеров, расположение полевых станов, устройство загонов для скота, проволочных ограждений, культурных пастбищ, шпалер виноградников, устройство проездов для машин и механизмов, имеющих общую высоту с грузом или без груза от поверхности дороги более 4,5 м;

производство в пределах и вблизи охранных зон всякого рода действий, нарушающих нормальную работу ВЛ или могущих привести к их повреждению или к несчастным случаям с людьми, а именно: устройство спортивных площадок, стадионов, площадок для игр, детских учреждений, рынков и других мест с большим скоплением людей, остановок транспорта, размещение автозаправочных станций и пунктов, стоянок трамваев, троллейбусов, автомобильного и гужевого транспорта, машин и механизмов, устройство причалов для стоянки судов, барж и плавучих кранов;

отсутствие или неисправное состояние зашиты оснований опор от ледохода, от размывания основания опоры талыми и дождевыми водами, от песковыдувания;

неисправное состояние дорог, мостков и т. п., отсутствие или неисправное состояние сигнальных знаков на переходах через судоходные реки, дорожных знаков в местах пересечения с автомобильными дорогами, заградительных огней на переходных опорах, отбойных тумб для защиты опор от наездов транспорта, габаритных ворот на пересечениях с железнодорожными путями.

3.2.2. Неисправности опор и фундаментов:

отсутствие условных обозначений, нумерации опор, предупредительных плакатов:

наклон опор вдоль или поперек линии сверх допустимых норм, деформация отдельных частей опоры, отсутствие соосности стоек и подножников у опор с оттяжками;

заглубление фундаментов опор, стоек железобетонных опор или приставок деревянных опор менее предусмотренного проектом;

отсутствие или неправильная установка ригелей, предусмотренных проектом;

неудовлетворительная трамбовка грунта при установке опор;

осседание или вспучивание грунта вокруг фундамента, осседание или выдавливание фундамента;

трещины и повреждения приставок, фундаментов, опор;

отсутствие лестниц для подъема на фундамент переходных опор ВЛ, через водные преграды;

неплотное прилегание пяты опоры к поверхности фундамента, несоответствие диаметров гаек диаметрам анкерных болтов, приварка анкерных болтов к пяте опоры вместо крепления гайками, отсутствие гаек на анкерных болтах; отсутствие деталей на металлических опорах;

коррозия деталей опоры и металлических подножников, дефекты заклепочных и болтовых соединений;

деформация элементов опоры и дефекты сварных швов;

неисправности крепления деталей деревянных опор;

отсутствие болтов и гаек, недостаточная длина нарезки болтов, обрыв или ослабление проволочных бандажей, отсутствие шпонок и клиньев, ослабление болтовых соединений, некачественное крепление кронштейнов;

загнивание деталей опор;

обгорание и расщепление деталей опор;

отсутствие защиты фундамента от песковыдувания и от действия агрессивных вод;

отсутствие бетонирования анкерных колодцев на монолитных бетонных фундаментах;

ослабление и повреждение оттяжек опор, внутренних связей железобетонных опор, нарушение креплений оттяжек к опоре и к фундаментам, неисправность устройств регулирования длины оттяжек;

наличие на опорах птичьих гнезд и других посторонних предметов.

3.2.3. Неисправности на проводах, грозозащитных тросах и контактных соединениях:

наличие набросов, оборванных (лопнувших) или перегоревших проволок, следов перекрытия, оплавления или вспучивания верхнего повива («фонари»);

разрегулировка проводов фаз, разрегулировка проводов в одной расщепленной фазе;

изменение стрел провеса и расстояний от проводов ВЛ до земли, до пересекаемых объектов, между фазами до значений, отличных от допустимых;

наличие коррозии проводов и тросов;

повреждения проводов и тросов у зажимов, дистанционных распорок, гасителей пляски и под защитными муфтами в роликовых подвесах на переходах ВЛ через водные преграды;

отсутствие гасителей вибрации, гасителей пляски, предусмотренных проектом ВЛ, или их смещение от места установки;

неисправности в креплениях и соединениях проводов и тросов: образование трещин в корпусе зажима или соединителя, отсутствие болтов и шайб, отвинчивание гаек, отсутствие или выползание шплинтов, неправильный монтаж зажимов или соединений, следы перегрева контакта зажима (соединителя), выпяжка провода из зажима или соединителя, приближение петли к элементам анкерных и угловых опор, значительная изогнутость петли, ослабление крепления (вязки) провода к штыревым изоляторам, проскальзывание провода в вязке, дефекты сварки, наличие нестандартных зажимов.

3.2.4. Неисправности в подвесках и арматуре:

механические повреждения фарфора или стекла изоляторов (скол части тарелок изолятора, появление трещин);

следы перекрытия гирлянд и отдельных изоляторов (повреждение глазури, разрушение фарфора, стекла, следы оплавлений на армировке изоляторов и арматуре гирлянд);

наличие дефектных (негодных) изоляторов;

загрязненность изоляторов, вызывающая при сырой погоде сильное коронирование;

отклонение изолирующих поддерживающих подвесок от проектного положения сверх допустимого значения;

неправильная насадка штыревых изоляторов на штыри, крюки;

выползание стержня из головки изолятора, наличие погнутых стержней изоляторов, наличие трещины на шапке изолятора;

отсутствие гаек, замков или шплинтов;

коррозия арматуры и шапок изоляторов;

трещины в арматуре, перетирание или деформация отдельных деталей арматуры;

повреждение защитных рогов и колец, координирующих промежутков, изменение расстояния между рогами до значения, меньшего или большего допустимого;

разгибание штырей и крюков (для крепления штыревых изоляторов), наличие трещин в них;

разрушение защитных муфт на проводах (тросах) в роликовых подвесках на переходах ВЛ через водные преграды.

3.2.5. Неисправности заземляющих устройств:

повреждения или обрывы заземляющих спусков на опоре и у земли;

неудовлетворительный контакт в болтовых соединениях грозозащитного троса с заземляющими спусками или телом опоры;

неудовлетворительный контакт соединения заземлителя с телом опоры (арматурой железобетонной опоры);

превышение сверх допустимого значения сопротивления заземления опоры;

отсутствие скоб, прикрепляющих заземляющие спуски к опоре;

разрушение коррозией контура заземляющего устройства;

выступание заземлителей над поверхностью земли;

дефекты в установке трубчатых разрядников на опорах, несоответствие значения внешнего искрового промежутка заданному, плохое закрепление рогов разрядников, неправильная установка разрядника (возможность попадания влаги внутрь разрядника, неправильное расположение зон срабатывания разрядников, загрязнения, трещины и другие повреждения лакового покрытия разрядников, смещение разрядника от проектного положения, отсутствие или неисправность указателей срабатывания разрядника, наличие оплавлений на электродах внешнего искрового промежутка разрядника.

3.3. Осмотры ВЛ

3.3.1. При эксплуатации ВЛ должны производиться их периодические и внеочередные осмотры.

3.3.2. Периодические осмотры производятся в дневное время для подетальной и тщательной проверки состояния всех элементов ВЛ и ее трассы; графики периодических осмотров утверждаются главным инженером ПЭС.

3.3.3. Периодические осмотры производятся без подъема на опоры, с подъемом на высоту (верховые осмотры), с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах и дистанционных распорках.

3.3.4. Верховые осмотры ВЛ проводятся для выявления неисправностей крепления подвесок, проводов, грозозащитных тросов, верхней части опор, изоляторов и степени их загрязненности, проверки правильности и надежности крепления гасителей вибрации, трубчатых разрядников, для закрепления оттяжек и т. п.

3.3.5. Верховые осмотры с выборочной проверкой состояния проводов, тросов в зажимах и дистанционных распорках производятся с выемкой проводов (тросов) из зажимов.

3.3.6. Периодические осмотры отдельных ВЛ (или их участков) инженерно-техническими работниками производятся выборочно с выборочными измерениями изоляции, соединений проводов и тросов, загнивания древесины. Осмотры ВЛ (или их участков) инже-

нерно-техническими работниками производятся также после окончания капитального ремонта ВЛ.

3.3.7. Внеочередные осмотры производятся для выявления неисправностей на ВЛ, которые могут возникнуть после стихийных явлений или в условиях, которые могут привести к повреждениям ВЛ (сверхрасчетный гололед, ледоход и разливы рек на участках ВЛ в поймах рек, пожары вблизи ВЛ, ураганы, оползни, обвалы, пляска проводов и тросов, туманы и моросящие дожди в зонах загрязнения и т. п.).

Внеочередные осмотры производятся также после автоматического отключения ВЛ действием релейной защиты; по усмотрению руководства ПЭС (РЭС) они могут быть произведены и после успешного повторного включения ВЛ. Внеочередные осмотры ВЛ после автоматических отключений следует производить с учетом показаний приборов определения мест повреждений и работы релейной защиты.

3.3.8. При выполнении внеочередного осмотра после отключения ВЛ или успешного повторного включения ВЛ основное внимание должно быть обращено на выяснение причины отключения или появления земли и на определение места и объема повреждения. При этом необходимо тщательно осмотреть места пересечения отключившейся ВЛ с другими ВЛ и линиями связи в целях обнаружения следов оплавления на них.

3.3.9. Внеочередные ночные осмотры производятся для выявления коронирования, опасности перекрытия изоляции или возгорания деревянных опор при сырой погоде (мелком моросящем дожде, тумане, мокром снегопаде) на участках ВЛ, подверженных интенсивному загрязнению, и для контроля исправности заградительных огней, установленных на переходных опорах.

По интенсивности коронирования изоляторов определяется степень их загрязненности. Наличие на изоляторах разрядов желтого или белого цвета, временами охватывающих всю гирлянду изолирующей подвески, является признаком приближающегося перекрытия и требует принятия срочных мер по очистке или замене изоляции. При ночных осмотрах загруженных ВЛ 35–110 кВ могут быть выявлены также неисправные контактные соединения.

При обнаружении на переходных опорах отсутствия свечения заградительных огней должен быть произведен внеочередной ремонт: исправление электропроводки, замена неисправных светильников и т. д.

3.3.10. Осмотры (периодические и внеочередные) производятся пешком, а также с использованием транспортных средств, в том числе самолетов, вертолетов.

3.3.11. Лица, производящие осмотры, обязаны принять на месте все возможные меры для устранения обнаруженных нарушений требований «Правил охраны электрических сетей напряжением свыше 1 000 вольт» – М.: Энергоатомиздат, 1985 (далее – Правил охраны электрических сетей), обращаясь за содействием к органам власти и администрации соответствующих предприятий.

3.3.12. Лица, производящие осмотры, обязаны немедленно доложить руководству или дежурному диспетчеру ПЭС (РЭС) о неисправностях, могущих привести к повреждению ВЛ, используя для этого телефонную связь, радиосвязь, попутный транспорт.

3.4. Проверка расстояний от проводов (тросов) до поверхности земли, различных объектов, измерение стрел провеса

3.4.1. Для проверки соответствия фактических расстояний установленным «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), шестое изд. (М.: Энергоатомиздат, 1985) следует производить их измерение.

Расстояния могут измеряться:

без снятия напряжения с помощью геодезического угломерного инструмента (теодолита), специальных оптических приборов, высотомеров, изолирующих штанг и канатов, а также путем глазомерного визирования;

со снятием напряжения с помощью рулетки, каната, рейки, теодолита, дальномера, высотометра и других приборов.

3.4.2. Сравнением полученных данных со значением стрелы провеса по монтажным кривым или таблицам с учетом температуры воздуха, при которой производились измерения, определяется значение отклонения от требуемого значения.

3.4.3. Расстояния от проводов до зданий и сооружений, расположенных вблизи ВЛ, должны проверяться от проекции крайнего провода при наибольшем его расчетном отклонении до ближайших выступающих частей этих зданий и сооружений.

3.4.4. При измерениях расстояний от проводов до поверхности земли и различных объектов, а также стрел провеса следует фиксировать температуру воздуха. Полученные при измерениях фактические значения путем расчетов или с помощью специальных таблиц приводятся к температуре, при которой получаются наибольшие стрелы провеса.

3.4.5. Все измерения не разрешается производить при ветре более 10 м/с.

3.5. Проверка положения опор

3.5.1. Отклонения вертикальных частей опоры от нормального положения следует проверять по отвесу или геодезическими инструментами. Горизонтальные части опоры проверяют или на глаз, или геодезическими инструментами.

3.5.2. Тяжение в оттяжках опор следует проверять с помощью приборов, например, индикатора натяжения ИН, измерителя тяжения в оттяжках ИТ, динамометров, врезанных в оттяжку, или косвенно – методом свободных колебаний.

3.6. Проверка антикоррозионного покрытия металлических опор и подножников

3.6.1. При проверке антикоррозионного покрытия металлических опор и подножников необходимо выявлять степень коррозии металла. В первую очередь проверке подлежат узлы и горизонтальные элементы опор, а также места крепления опор к фундаментам и верхние части металлических подножников.

Особое внимание следует уделять опорам вблизи морских побережий (в условиях влажного воздуха и высокого содержания солей в нем), в зоне химических уносов электростанций, металлургических и особенно химических производств.

3.6.2. Для определения состояния металла опор поврежденные места следует очищать от ржавчины, после чего штангенциркулем или кронциркулем измеряется оставшееся сечение детали. Сравнением результатов измерений с проектными сечениями деталей определяется значение износа.

3.7. Проверка загнивания древесины опор

3.7.1. Проверка загнивания древесины включает:

осмотр и простукивание деталей по всей их длине;

измерения глубины загнивания в опасном сечении и в местах, наиболее подверженных загниванию (рис. 3.1).

3.7.2. Осмотром определяется наличие наружного кругового загнивания древесины и местного загнивания (отдельных очагов гнили и трещин, где может возникнуть глубокое и быстрое загнивание).

3.7.3. Простукиванием определяется наличие загнивания сердцевины: чистый, звонкий звук характеризует здоровую древесину, глухой звук указывает на наличие в ней загнивания.

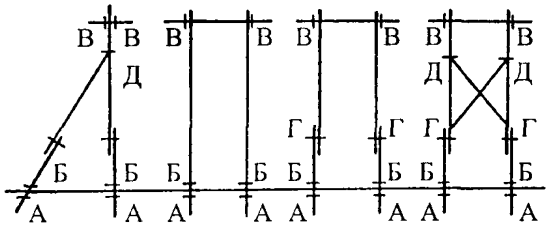

Рис. 3.1. Опасные сечения деревянных опор: *а* – одностоечная опора с подкосом; *б* – П-образная опора без приставок; *в* – П-образная опора с приставками; *г* – П-образная опора с раскосами; А – на глубине 30–40 см ниже уровня земли; Б – на уровне земли; В – на траверсе в месте сочленения ее со стойкой; Г – у верхних бандажей; Д – в местах закрепления раскосов, распорок и подкосов

Простукивание следует производить в сухую погоду при положительной температуре воздуха.

3.7.4. Глубину загнивания древесины следует определять специальными приборами, в том числе щупом с полусантиметровыми делениями и полым буравчиком:

щуп при измерении следует вводить в древесину нажатием руки. Забивать его молотком или каким-либо другим инструментом запрещается;

при измерении полым буравчиком глубину и характер загнивания определяют по извлекаемому столбику древесины. Все отверстия в древесине, произведенные при измерениях буравчиком, для предотвращения распространения загнивания должны быть промазаны антисептиком и закрыты пробками.

3.7.5. Измерения глубины загнивания следует производить в трех точках окружности детали под углом 120° для деталей, расположенных вертикально или наклонно (приставки, стойки, подкосы, раскосы), и в двух точках окружности (сверху в месте наибольшего загнивания и внизу против первого) для деталей, расположенных горизонтально (траверсы, распорки и т. п.).

Первое измерение по окружности вертикально расположенных деталей производится в месте предполагаемой (после осмотра и простукивания) наибольшей глубины загнивания.

3.7.6. Средняя глубина наружного загнивания определяется как среднее арифметическое из значений глубин загнивания, полученных при измерении в данном сечении.

Диаметр оставшейся здоровой части древесины определяется вычитанием удвоенного значения среднего наружного загнивания из значения фактического диаметра детали.

3.7.7. Глубина внутреннего загнивания определяется по методу, приведенному в прил. 7.

3.7.8. Одновременно с измерениями загнивания древесины следует проверять затяжку проволочных бандажей, а также коррозионное состояние всех металлических частей.

3.8. Проверка состояния проводов, грозозащитных тросов, контактных соединений

3.8.1. Проверку состояния проводов (тросов) и контактных соединений следует производить:

внешним осмотром;

измерением геометрических размеров вновь установленных соединений измерительными инструментами, а правильность монтажа стальных сердечников внутри алюминиевого корпуса прессуемых зажимов для сталеалюминиевых проводов – с помощью индикаторов положения соединителей проводов ИПС или прибором для контроля соединителей ПКС;

электрическими измерениями болтовых соединений проводов; электрические измерения соединений проводов (тросов), выполненных сваркой, скруткой, обжатием и опрессованием, не требуются.

3.8.2. Электрические измерения болтовых соединений проводов заключаются в измерении или сопротивлений соединения и участка целого провода, или падений напряжения на соединении и целом участке провода. Измерение сопротивлений следует производить при отключении ВЛ, падений напряжений – без снятия напряжения с ВЛ.

Измерения должны производиться с помощью измерительных приборов, штанг.

3.8.3. Сопротивление и падение напряжения на участке целого провода следует измерять на расстоянии более одного метра от соединения.

3.8.4. Измерения падения напряжения на соединении можно производить непосредственно с опор ВЛ, автовышек или специальных приспособлений.

3.8.5. При измерении падения напряжения ножевые наконечники штанги нужно располагать так, чтобы контролируемое соединение находилось между ними.

3.9. Проверка состояния подвесок и арматуры

3.9.1. Проверку состояния подвесок, в том числе изолирующих, поддерживающих и натяжных, и арматуры следует производить:

внешним осмотром;

проверкой электрической прочности фарфоровых подвесных тарельчатых изоляторов.

3.9.2. При проверке электрической прочности фарфоровых подвесных тарельчатых изоляторов определяются внутренние повреждения изоляции, а также поверхностные повреждения, не выявленные внешним осмотром.

Проверка производится:

под напряжением с применением измерительных штанг (с переменным или постоянным искровым промежутком, с использованием киловольтметра и других измерительных приборов);

со снятием напряжения с ВЛ с применением мегаомметра или специальных испытательных устройств (с подачей напряжения 50 кВ частоты 50 Гц на каждый изолятор).

3.9.3. При проверке фарфоровых подвесных тарельчатых изоляторов с применением штанг измерения должны начинаться от изолятора гирлянды, расположенного у траверсы, в направлении к изолятору, расположенному у провода. При обнаружении в гирлянде 50 % неисправных (дефектных) изоляторов дальнейшие измерения должны быть прекращены.

3.9.4. Снятые с ВЛ неисправные изоляторы независимо от того, каким методом они отбракованы, рекомендуется направлять в лабораторию для контрольной проверки и определения причин их неисправности.

При отправке в лабораторию на изолятор вешается бирка с данными о наименовании ВЛ, типе подвески (натяжная, поддерживающая), номере изолятора в гирлянде, считая от траверсы, годе установки изолятора.

3.10. Проверка заземляющих устройств опор, трубчатых разрядников, защитных промежутков

3.10.1. Проверку заземляющих устройств опор, трубчатых разрядников, защитных промежутков следует производить:

внешним осмотром;

измерением сопротивления заземляющих устройств опор.

3.10.2. Измерение сопротивления заземляющих устройств опор может выполняться:

со снятием или без снятия напряжения с ВЛ с предварительным отсоединением грозозащитного троса от тела опоры, если он подвешен на ней без изоляторов, с помощью приборов, например, МС-07, МС-08, М-416;

без снятия напряжения и без отсоединения грозозащитного троса от тела опоры (независимо от схемы подвески его на опоре – с изоляторами или без них) с помощью приборов ИЗБОТ и др.

3.10.3. Измерение сопротивления заземляющих устройств следует производить в сухую погоду, в периоды наибольшего просыхания грунта.

3.10.4. При осмотре трубчатых разрядников и защитных промежутков должно отмечаться срабатывание разрядников и изменение защитных промежутков.

3.11. Наблюдение за образованием гололеда

3.11.1. При наблюдении за образованием гололеда необходимо учитывать следующее:

гололед на проводах, грозозащитных тросах и опорах ВЛ образуется в холодное время года в результате оседания на них переохлажденной воды, находящейся в воздухе в виде тумана, мороси, дождя, или налипания мокрого снега;

образование гололеда может происходить интенсивно в течение непродолжительного времени.

3.11.2. Для своевременного обнаружения образования на ВЛ опасных гололедных отложений необходимо вести специальные наблюдения на ВЛ или специальных гололедных постах.

Наблюдения следует проводить при атмосферных условиях, способствующих образованию гололеда.

3.11.3. Гололедный пост для наблюдения оборудуется гололедным станком и двумя экспериментальными пролетами.

Гололедный пост должен быть расположен на открытом месте вдали от построек и насаждений.

3.11.4. При наблюдении за образованием гололеда следует фиксировать:

вид отложения;

диаметр (большой и малый) отложения;

массу отложения;

метеорологические условия (температура воздуха, направление и скорость ветра, атмосферные явления).

3.11.5. Измерения гололедных нагрузок следует производить с помощью специальных приборов – гололедографов – или непосредственным взвешиванием и измерением образцов гололеда. Скорость ветра измеряется с помощью анемометров или других приборов.

3.11.6. К наблюдению за образованием гололеда следует приступать:

по указанию диспетчера, получившего соответствующие предупреждения от метеорологической станции;

с момента фактического образования гололеда на обслуживаемом участке.

Измерения при этих наблюдениях должны производиться через короткие промежутки времени в зависимости от скорости нарастания гололеда и метеорологических условий. Результаты измерений немедленно сообщаются диспетчеру ПЭС (РЭС) или РЭУ (ПЭО) для принятия соответствующих мер по удалению гололеда.

3.12. Охрана ВЛ

3.12.1. Охрана ВЛ проводится в целях обеспечения сохранности, нормального содержания ВЛ и предотвращения несчастных случаев.

Охрана ВЛ должна выполняться в соответствии с требованиями Правил охраны электрических сетей и настоящей Типовой инструкции.

3.12.2. Для выполнения требований охраны ВЛ устанавливаются охранные зоны, допустимые расстояния от проводов ВЛ до зданий, сооружений, насаждений, до земли и воды, просеки в лесных массивах и отводятся земельные участки (размеры зон, расстояний и земельных участков приведены в разд. 4 и прил. 9 настоящей Типовой инструкции).

3.12.3. Руководство ПЭС (РЭС) должно обеспечить:

контроль за соблюдением требований Правил охраны электрических сетей сторонними организациями и землепользователями;

контроль за сохранностью плакатов, сигнальных и дорожных знаков, светоограждений, установленных на ВЛ (опорах) и на пересечениях ВЛ с дорогами, судоходными и сплавными водоемами.

3.12.4. Для пропаганды охраны ВЛ ПЭС (РЭС) рекомендуется:

вывешивать красочные разъяснительные плакаты на территориях промышленных предприятий, строек, организаций, совхозов, колхозов, лесхозов, а также в школах, интернатах, лагерях и жилых домах, расположенных в охранной зоне ВЛ или вблизи нее;

проводить беседы об охране ВЛ по местной радиотрансляционной и телевизионной сети;

выступать в местной печати с обращением к правлениям обществ охотников, рыболовов и т. п.

3.12.5. Предприятия электрических сетей (РЭС) имеют право приостановить работы в охранной зоне ВЛ, выполняемые сторонними организациями и гражданами с нарушением требований Правил охраны электрических сетей, и сообщать в местные органы исполнительной власти о невыполнении требований этих Правил для принятия мер по привлечению к ответственности в установленном порядке должностных лиц и граждан, виновных в этих нарушениях.

3.13. Оформление результатов осмотров, проверок и измерений

3.13.1. Результаты осмотров, проверок и измерений, проведенных на ВЛ и ее элементах, должны быть записаны в листках осмотра, ведомостях и журналах, формы которых приведены в прил. 5.

3.13.2. Неисправности, обнаруженные при осмотре ВЛ, включая и выявленные предыдущими осмотрами, но неустраненные, должны быть подробно и четко записаны лицом, производящими осмотр, в листок осмотра, который по окончании осмотра передается мастеру.

Отмеченные в листке осмотра неисправности должны быть занесены в журнал неисправностей ВЛ. Мастер выносит решение о сроке и способе ликвидации неисправности, а при ее устранении отмечает дату устранения. В этот журнал должны быть внесены замечания, сделанные при осмотрах ВЛ инженерно-техническими работниками ПЭС (РЭС).

3.13.3. На основе ведомостей и журналов неисправностей следует определять объемы работы по капитальному ремонту ВЛ.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ДОПУСКИ И НОРМЫ ОТБРАКОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЛ[1]

4.1. Общие положения

4.1.1. Основные характеристики ВЛ и их элементов приведены в прил. 8.

4.1.2. Основные технические требования к элементам ВЛ, допуски и нормы отбраковки их приведены в пп. 4.2.–4.11.

4.2. Трасса ВЛ

4.2.1. На весь период эксплуатации ВЛ устанавливаются охранные зоны и отводятся земельные участки. Земельные участки отводятся также на период строительства и проведения капитального ремонта ВЛ напряжением 35–800 кВ.

---

[1] Если для конкретной ВЛ и ее элементов разработаны технические требования, допуски и нормы отбраковки, отличные от приведенных в разд. 4, следует пользоваться ими.

4.2.2. Охранные зоны устанавливаются:

вдоль ВЛ в виде участка земли и воздушного пространства, ограниченного по обе стороны вертикальными плоскостями, отстоящими от крайних проводов в их неотклоненном положении на расстоянии:

15 м для ВЛ 35 кВ;

20 м для ВЛ 110 кВ;

25 м для ВЛ 150–220 кВ;

30 м для ВЛ 330–500 кВ, 800 кВ постоянного тока;

40 м для ВЛ 750 кВ;

вдоль переходов ВЛ через водоемы (реки, каналы, озера и т. п.) в виде водного и воздушного пространства, ограниченных вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних проводов при неотклоненном их положении на расстоянии:

100 м для судоходных водоемов;

указанном выше в настоящем пункте (для условий прохождения ВЛ по земле) для несудоходных водоемов.

Участки земли и водные пространства охранных зон не подлежат изъятию у пользователей, но должны использоваться ими с обязательным соблюдением требований Правил охраны электрических сетей.

4.2.3. Под каждую опору ВЛ 35–500 кВ отводится земельный участок площадью, равной сумме площади земли, занимаемой опорой в границах ее внешнего контура (включая оттяжки), и площади полосы земли шириной 2 м вокруг внешнего контура опоры (включая оттяжки).

Площади земельных участков для размещения опор ВЛ 750 кВ и опор больших переходов ВЛ всех напряжений определяются проектом, утвержденным в установленном порядке.

Земельные участки под опоры находятся в постоянном (бессрочном) пользовании ПЭС, обслуживающих эти ВЛ.

4.2.4. На период строительства ВЛ 35–500 кВ и проведения капитального ремонта на этих ВЛ вокруг опор ВЛ отводятся земли в соответствии с табл. 4.1. и 4.2.

Площади земельных участков под опоры ВЛ (см. табл. 4.2) отводятся во временное пользование дополнительно к полосе земли (см. табл. 4.1.).

Указанные земли не подлежат изъятию у землепользователей. Для ВЛ 750 кВ земли отводятся в соответствии с проектом.

Таблица 4.1

Ширина полосы земли, отводимой во временное краткосрочное пользование на период строительства и капитального ремонта ВЛ 35–500 кВ (СН 465-74)

Опоры ВЛ	Ширина полосы земли, м, не более, при напряжении ВЛ, кВ					
	35	110–150	220	330	500	750
Железобетонные	8(9)	10(12)	12	21	28(28)	–
Металлические (стальные)	10(11)	12(15)	15(17)	18(22)	30(33)	46
Деревянные	10	11(13)	15	–	–	–

Примечания: 1. Ширина полос земель, приведенная в табл. 4.1, предназначена для сооружаемых и капитально ремонтируемых ВЛ на унифицированных и типовых опорах.

2. В скобках указана ширина полосы земли, отводимой для двухцепных опор и опор с оттяжками.

Таблица 4.2

Площади земельных участков, отводимых во временное краткосрочное пользование под опоры ВЛ на период монтажа опор и капитального ремонта ВЛ (СН 465-74)

Опоры ВЛ	Площади земельных участков, $м^2$, не более, при напряжении ВЛ, кВ				
	35	110–150	220	330	500
Железобетонные	150 (800)	150 (800)	150 (800)	250 (600)	300 (900)
Металлические (стальные):					
свободностоящие	300	400	550	450	650
с оттяжками	–	3 700	5 500	4 000	1 300
Деревянные	450	450	450	–	–

Примечания: 1. Площади земельных участков предназначены для ВЛ на унифицированных (нормальных) и типовых опорах.

2. Площади земельных участков предусмотрены для установки железобетонных опор ВЛ 35–500 кВ в пробуриваемые котлованы цилиндрической формы, а в скобках – для установки опор в откапываемые котлованы.

3. Площадь земельного участка для монтажа металлической свободностоящей анкерно-угловой опоры ВЛ 500 кВ должна быть не более 1 500 $м^2$.

4.3. Допустимые расстояния от элементов ВЛ до поверхности земли и до различных сооружений

4.3.1. Расстояния по вертикали от проводов ВЛ при наибольшем их провисании до поверхности земли и сооружений, расстояния по горизонтали (проекция) от проводов ВЛ до различных объектов и сооружений, расстояния между проводами и грозозащитными тросами пересекающихся ВЛ должны быть не менее приведенных в прил. 9.

4.4. Фундаменты и подножники

4.4.1. Допуски на установку сборных фундаментов и свай приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Допуски на установку сборных фундаментов и свай*

Наименование	Допуски	
	Свободно-стоящие опоры	Опоры с оттяжками
Расхождение уровней дна котлованов, мм	10	10
Расстояние между осями подножников в плане, мм	±20	±50
Разность вертикальных отметок верха подножников, мм	20**	20
Угол наклона продольной оси стойки подножника, град.	0,5	±1,5
Угол наклона оси U-образного анкерного болта, град	–	±2,5
Смещение центра подножника в плане, мм	–	50

* СНиП 3.05.06–85 и СНиП 3.03.01–87.

** Указанная разность отметок должна быть компенсирована при монтаже опоры с помощью стальных прокладок.

4.4.2. Отклонения от проектных размеров анкерных болтов, заложенных в монолитный фундамент, не должны превышать расстояния по горизонтали между осями болтов, устанавливаемых для крепления одной ноги опоры, ±10 мм; разность между верхними отметками анкерных болтов равна 20 мм.

4.4.3. Дно котлованов под анкерные плиты, служащие для крепления тросовых оттяжек, должно быть выровнено шаблоном по проектному уклону. Отклонение от значения проектного уклона допускается в пределах 10 %.

4.4.4. Глубина заложения фундаментов должна соответствовать проекту. При полностью обводненных грунтах по согласованию с проектной организацией допускается уменьшение глубины заложения фундаментов при условии устройства обвалования.

4.4.5. Высота засыпки котлованов после установки сборных фундаментов должна приниматься с учетом возможной осадки грунта. При устройстве обвалования фундаментов, выступающих над поверхностью земли, откос должен иметь крутизну не более 1:1,5 (отношение высоты откоса к основанию).

4.4.6. Уменьшение диаметра анкерных болтов, а также наличие зазоров между пятой опорой и фундаментом не допускаются.

4.5. Опоры

4.5.1. Общие требования

4.5.1.1. Обозначения опор в технической документации должны соответствовать фактическим данным.

4.5.1.2. На опорах ВЛ на высоте 2,5–3,0 м должны быть следующие постоянные знаки:

порядковый номер и год установки – на всех опорах;

номер ВЛ или ее условное обозначение – на концевых опорах, на первых опорах ответвления от ВЛ, на опорах в месте пересечения ВЛ одного напряжения, на опорах, ограничивающих пролет пересечения с железными дорогами и автомобильными дорогами IV категорий, а также на всех опорах участков трассы с параллельно идущими ВЛ, если расстояние между их осями менее 200 м. На двухцепных и многоцепных опорах ВЛ, кроме того, должна быть обозначена цепь;

расцветка фаз – на концевых опорах, на опорах, смежных с транспозиционными, на всех транспозиционных опорах ВЛ 750 кВ, на первых опорах ответвлений от ВЛ;

предупредительные плакаты – на всех опорах ВЛ в населенной местности;

плакаты, на которых указаны расстояния от опоры ВЛ до кабельной линии связи,– на опорах, установленных на расстоянии менее половины высоты опоры до этих кабелей.

Кроме того, на стойках железобетонных опор несмываемой краской должна быть нанесена заводская маркировка с указанием проектного шифра стойки и кольцевые полосы (выше уровня грунта) с указанием расстояния от полосы до заглубленного конца стойки.

4.5.1.3. Опоры ВЛ, представляющие опасность для полетов самолетов и вертолетов, должны иметь сигнальное освещение (свето-

ограждение) и дневную маркировку (окраску), выполненную в соответствии с ПУЭ.

4.5.1.4. Допуски на отклонения опор ВЛ от проектного положения приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Допустимые отклонения опор*

Наименование	Предельное значение отклонения опор		
	деревянных	металлических	железобетонных
1. Отклонение опоры от вертикальной оси вдоль и поперек ВЛ (отношение значения отклонения верхнего конца стойки опоры к ее высоте)	1:100	1:200	1:100 (без портальных опор) 1:150 (для одностоечных опор)
2. Отклонение опоры поперек оси ВЛ (выход из створа):			
для деревянных и одностоечных железобетонных опор при длине пролета, м:			
до 200 вкл.	100 мм	–	100 мм
св. 200	200 мм	–	200 мм
для одностоечных металлических опор при длине пролета, м:			
до 200 вкл.	–	100 мм	–
св. 200 до 300 вкл.	–	200 мм	–
св.300	–	300 мм	–
для портальных металлических опор на оттяжках при длине пролета, м:			
до 250 вкл.	–	200 мм	–
св. 250	–	300 мм	–
для портальных железобетонных опор	–	–	200 мм
3. Отклонение опоры вдоль оси ВЛ от проектного пикета	±5 м	±5 м	±5 м
4. Уклон траверсы (отклонение от горизонтали)	1:50	–	1:100 (для одностоечных опор)
Разворот траверсы относительно линии, перпендикулярной оси ВЛ (для угловой опоры относительно ВЛ, перпендикулярной к биссектрисе угла поворота трассы) для одностоечных опор	5°	100 мм	100 мм (горизонтальное смещение траверсы)

* СНиП 3.05.06–85 и СНиП 3.03.01–87.

Окончание табл. 4.4

Наименование	Предельное значение отклонения опор		
	деревянных	металлических	железобетонных
Смещение конца траверсы от линии, перпендикулярной к оси траверсы	–	100 мм	–
Разность отметок траверс в местах крепления их к стойкам портальной опоры	–	–	80 мм
5. Смещение стоек портальной опоры от проектной оси трассы	–	–	±50 мм
Отклонение от проектного расстояния между стойками портальной опоры	–	–	±100 мм
Разность отметок между местом сопряжения траверс (стыков) и осями болтов, служащих для крепления траверс к стойке портальной опоры	–	–	50 мм
Отклонение оси траверсы портальной опоры с тросовыми оттяжками от горизонтальной линии при длине траверсы l, м:			
до 15	–	1:150 l	–
более 15	–	1:250 l	–

4.5.2. Металлические опоры и детали опор

4.5.2.1. Допустимые прогибы элементов металлических опор и металлических деталей железобетонных опор приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Допустимые прогибы элементов металлических опор и металлических деталей железобетонных опор*

Наименование допуска	Предельное значение допуска
1. Прогиб траверсы металлических и железобетонных опор	1:300 длины траверсы
2. Стрела прогиба (кривизна) стойки или подкоса металлической опоры	1:750 длины, но не более 20 мм

* СНиП 3.05.06–85 и СНиП 3.03.01–87.

Наименование допуска	Предельное значение допуска
3. Прогиб поясных уголков металлических опор в пределах панели и элементов решетки в любой плоскости при длине панели (или раскоса), м:	
до 1 вкл.	Не более 2 мм
св. 1 до 2 вкл.	Не более 3 мм
св. 2	Не более 5 мм
4. Отклонение от проектной длины стоек и подкосов металлической опоры при длине стойки или подкоса, м:	
до 10 включительно	±15 мм
свыше 10	±30 мм

4.5.2.2. Металлические опоры вновь сооруженных ВЛ должны быть защищены от коррозии горячей или гальванической оцинковкой или лакокрасочным покрытием, если проектом ВЛ не предусмотрено иное решение.

4.5.2.3. Уменьшение поперечного сечения расчетных элементов металлических опор и металлических деталей деревянных и железобетонных опор в результате коррозии не должно превышать 20 % площади элемента.

4.5.2.4. Металлические опоры на переходах через водные преграды должны иметь лестницы для подъема и площадки для отдыха.

4.5.3. Железобетонные опоры, подножники, сваи

4.5.3.1. Для железобетонных стоек опор могут допускаться следующие отклонения:

по длине стойки ±25 мм;

по толщине стенки ±5 мм;

смещение закладных частей по вертикальным отметкам ±10 мм;

по кривизне стойки вдоль оси не более 2 мм на 1 м погонной длины.

4.5.3.2. Толщина защитного слоя бетона должна быть:

для продольной рабочей арматуры (ненапрягаемой и напрягаемой, натягиваемой на упоры) – не менее диаметра стержня или каната арматуры;

для поперечной, распределительной и конструктивной арматуры – не менее диаметра указанной арматуры и не менее 10 мм при толщине конструкции до 250 мм.

4.5.3.3. Поверхности элементов железобетонных опор, подножников, свай, предназначенных для установки в агрессивном грунте, должны иметь заводское гидроизоляционное покрытие.

Для установки в грунт высокой степени агрессивности железобетонные изделия должны изготавливаться на сульфатостойком цементе.

4.5.3.4. Допуски по отдельным видам дефектов железобетонных опор ВЛ, находящихся в эксплуатации, и необходимый вид ремонта опор приведены в табл. 5.1.

4.5.4. Деревянные опоры

4.5.4.1. Деревянные детали опор должны быть изготовлены из сосны или лиственницы. Для элементов опор ВЛ 35 кВ, кроме траверс и приставок, допускается применение ели и пихты.

4.5.4.2. Для опор ВЛ следует применять бревна, пропитанные антисептиком, из леса не ниже третьего сорта.

Допускается применение непропитанных бревен из лиственницы влажностью не более 25 %.

4.5.4.3. Детали опор разрешается изготовлять как из круглого, так и из пиленого леса.

4.5.4.4. Диаметры деталей деревянных опор должны приниматься по проекту.

Диаметр бревен в верхнем отрубе должен быть, см, не менее:

	Для ВЛ 110–220 кВ	Для ВЛ 35 кВ
Основные детали (стоек, приставок, траверс).....	18	16 (для приставок 18)
Вспомогательные детали опор.....	14	14

4.5.4.5. Отклонение от проектных размеров всех деталей собранной деревянной опоры допускается в пределах:

по диаметру – минус 1 см, плюс 2 см;

по длине – 1 см на каждый метр длины.

Минусовый допуск при изготовлении траверс не допускается.

4.5.4.6. Все детали опоры должны быть плотно пригнаны одна к другой. Зазор в местах врубок и стыков не должен превышать 4 мм.

4.5.4.7. Зарубы и затесы не должны превышать 10 % диаметра бревна. Глубина врубок не должна отличаться от проектного значения более чем на 5 мм.

4.5.4.8. Бандажи для сопряжения приставок (пасынков) со стойкой опоры должны выполняться из мягкой оцинкованной проволоки

диаметром 4 мм. Допускается применение для бандажей неоцинкованной проволоки диаметром 5–6 мм (при условии покрытия ее асфальтобитумным лаком).

Число витков бандажа, если нет указаний в проекте, должно приниматься равным:

12 – при диаметре проволоки 4 мм;

10 – при диаметре проволоки 5 мм;

8 – при диаметре проволоки 6 мм.

Все витки бандажа должны быть равномерно натянуты и плотно прилегать один к другому. При обрыве одного витка весь бандаж следует заменять новым. Концы проволок бандажа следует забивать в дерево на глубину 20–25 мм.

Сопряжение приставок со стойками может выполняться также с применением стяжных (на болтах) хомутов.

4.5.4.9. Каждый бандаж (хомут) должен сопрягать не более двух деталей опор.

4.5.4.10. Болты для соединения деталей опор должны плотно входить в отверстия. Оси болтов должны быть перпендикулярны плоскости соединяемых элементов, нарезная часть болтов не должна входить в тело соединяемых элементов более чем на 1 мм. Головки болтов и гайки должны плотно соприкасаться с плоскостями соединяемых элементов и шайб, выступающая часть болта должна быть не менее 40 мм и не более 100 мм.

4.5.4.11. Гайки должны быть затянуты до отказа и закреплены от самоотвинчивания контргайками или забивкой резьбы (закреплением) на глубину не менее 3 мм; на выступающих концах болтов, находящихся на высоте до 3 м от уровня земли, следует закернить резьбу.

4.5.4.12. Шайбы должны устанавливаться под гайками в количестве одной-двух; врубки под шайбы не допускаются; в случае нехватки резьбы допускается устанавливать (кроме шайбы под гайку) одну шайбу под головку болта; при косых опорных плоскостях следует применять косые шайбы; шайба должна быть размером не менее 60×60×5 мм.

4.5.4.13. Отверстия для крепления подвесок и штыревых изоляторов должны выполняться по диаметру соответствующих деталей.

4.5.4.14. Деревянная деталь опоры должна браковаться, если измеренный диаметр здоровой части древесины $D_и$ (или эквивалентный диаметр при внутреннем загнивании) меньше или равен норме браковки $D_б$, т. е. $D_и < D_б$.

4.5.4.15. Норма браковки в расчетном (опасном) сечении определяется, исходя из значения допустимого диаметра здоровой части древесины D_0, среднегодового снижения диаметра здоровой части

загнившей древесины V (см/год) и времени T (годы) до следующего ремонта с заменой древесины, по формуле:

$$D_б = D_0 + VT.$$

Нормы браковки и периодичности замены деревянных деталей опор приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Нормы браковки и периодичности замены деревянных деталей опор ВЛ 35–110 кВ

Вид опоры	Напряжение ВЛ, кВ	Районы с нормативными		Нормы браковки, см			Рекомендуемая периодичность проверок и замены деталей опор, лет
		толщиной стенки гололеда, мм	скоростным напором ветра, даН/м^2	приставок и стоек у земли	стоек у верхнего бандажа и выше	траверс	
Одностоечные и А-образные	35	5–15	До 65	27	24	15	3
АП и П-образные без ветровых связей	35–110	5–10	До 50	24	21	15	3
АП и П-образные с ветровыми связями:	35–110						
с проводами сечением до 120 мм^2		5–10	До 50	15	15	15	6
с проводами сечением более 120 мм^2		5–10	До 50	18	18	18	6
независимо от сечения проводов		15–20	До 80	18*	18*	18	3

* Нормы распространяются также на районы с нормативным скоростным напором ветра более 80 даН/м^2 при нормативной толщине стенки гололеда 5–20 мм и на районы с нормативной толщиной стенки гололеда более 20 мм при нормативном скоростном напоре ветра до 80 даН/м^2

4.5.4.16. Нормы браковки стоек и приставок опор для перехода через инженерные сооружения принимать на 3 см больше, чем указано в табл. 4.6. Нормы браковки раскосов опор ВЛ 35–110 кВ принимать на 3 см меньше, чем стоек у верхнего бандажа. Нормы браковки вспомогательных деталей опор ВЛ 35–110 кВ не устанавливаются; указанные детали следует заменять по решению лиц, ответственных за эксплуатацию.

4.5.4.17. Среднегодовое снижение диаметра здоровой части загнившей древесины должно определяться по опыту эксплуатации. При отсутствии данных опыта эксплуатации рекомендуется принимать в расчет 1 см/год в местах со среднегодовой температурой до 4 °С и влажностью 75 % и 1,5 см/год в более теплых и влажных местах.

4.5.4.18. При наличии загнивания допустимый диаметр здоровой части древесины деталей опор в расчетном опасном сечении D_0 определяется по формуле:

$$D_0 = D_{\text{расч}} \sqrt[3]{\frac{K_0}{K_{\text{расч}}}} = CD_{\text{расч}},$$

где $D_{\text{расч}}$ – расчетный диаметр в опасном сечении, принимаемый по чертежу опоры, см;

K_0 – допустимый эксплуатационный запас прочности древесины (табл. 4.7);

$K_{\text{расч}}$ – расчетный запас прочности древесины, принимаемый, исходя из значения временного сопротивления, равного 420 даН/см^2 (420 кгс/см^2);

C – коэффициент износа (см. табл. 4.7).

Таблица 4.7

Эксплуатационные коэффициенты запаса прочности и коэффициенты износа деревянных опор

Опора (деталь)	Сосна, лиственница			Ель и пихта		
	K_0	C		K_0	C	
		при нормальном режиме	при аварийном режиме		при нормальном режиме	при аварийном режиме
Одностоечные опоры (стойки и приставки)	1,4	0,75	0,9	2,0	0,85	1,0
П- и А-образные опоры (стойки, приставки)	1,2	0,70	0,85	1,4	0,75	0,9
Сложные опоры (стойки, приставки, раскосы, подтраверсные брусья)	1,0	0,65	0,8	1,3	0,72	0,85
Траверсы опор всех типов	1,4	0,75	0,9	–	–	–
Прочие детали	1,0	0,65	0,8	1,2	0,7	0,85

Примечания: 1. При отсутствии проектных данных опоры или применении типовых опор с параметрами, не соответствующими данной линии, величина $D_{\text{расч}}$, должна быть определена расчетным путем по действи-

тельным характеристикам линии (пролет, сечение проводов и грозозащитных тросов, климатические условия).

2. Для промежуточных опор, расположенных на участках трассы ВЛ, проходящих по лесистой местности и ущельям, значение K_0 для всех деталей опор, кроме траверс, может быть снижено до 1, значение коэффициента износа С может быть снижено в нормальном режиме до 0,65.

3. Для всех промежуточных опор с выпускающими поддерживающими зажимами, а также для опор с глухими поддерживающими зажимами (за исключением опор, установленных на пересечениях и в населенной местности) $D_{расч}$ и соответственно D_0 определяются только по условиям нормального режима работы ВЛ.

4. Для промежуточных опор с глухими поддерживающими зажимами, установленными на пересечениях и в населенных местностях, а также для всех анкерных и угловых опор $D_{расч}$ и D_0 определяются по условиям как нормального, так и аварийного режимов работы ВЛ и из полученных значений D_0 принимается большее.

4.5.4.19. При наличии загнивания древесины не в расчетных опасных сечениях деталей опор допустимый диаметр следует определять таким образом.

Для одностоечных и П-образных опор без ветровых связей по формуле:

$$D_{ox} = D_0 \pm ex,$$

где D_{ox} – допустимый диаметр в сечении, где обнаружено загнивание, см;

e – естественная конусность бревна, см/м;

x – расстояние между сечением, где обнаружено загнивание, и расчетным опасным сечением детали, м.

Для П- и АП-образных опор с ветровыми связями на участках стоек между узлами крепления связей D_{ox} принимается постоянным и равным D_0 в ближайшем расчетном опасном сечении данной детали.

Для приставок и участков стоек выше уровня крепления связей и распорок, а также для консольных частей траверс D_{ox} определяется по аналогии с одностоечными опорами.

Для участков траверс между двумя стойками D_{ox} принимается постоянным и равным D_0.

4.6. Оттяжки опор

4.6.1. Оттяжки опор должны быть оцинкованными, тросовые оттяжки, кроме того, должны быть покрыты смазкой ЗЭС.

4.6.2. Тяжение в тросовых оттяжках опор при скорости ветра не более 8 м/с и отклонении опор в пределах допусков (см. табл. 4.4) должны соответствовать проекту:

для опор до монтажа проводов и грозозащитных тросов – в пределах 20–30 кН (2–3 тс);

при подвешенных проводах и грозозащитных тросах – в пределах 20–50 кН (2–5 тс).

4.6.3. При эксплуатации ВЛ в зависимости от вида ремонта допускается уменьшение площади поперечного сечения троса оттяжки:

до 10 % при закреплении оборванных проволок бандажами;

более 10 до 20 % при установке ремонтных зажимов (с помощью гидравлического пресса).

При уменьшении сечения более 20 % оттяжка должна быть заменена.

4.7. Провода, грозозащитные тросы и их соединения

4.7.1. При эксплуатации ВЛ допускается уменьшение площади поперечного сечения монопроводов и тросов (алюминиевых, медных, бронзовых, стальных, из сплавов) и проводящей части комбинированных проводов и тросов (алюминия в сталеалюминиевых, бронзы в сталебронзовых, алюминиевого сплава в проводах типа АЖС) до:

17 %, но не более четырех проволок при закреплении оборванных или поврежденных проволок бандажами;

34 % при ремонте места повреждения с помощью ремонтных зажимов, монтируемых методом опрессования.

При повреждениях провода или троса больше, чем указано выше, а также при обрыве хотя бы одной проволоки сердечника комбинированного провода (троса) необходимо вырезать поврежденный участок провода.

При одновременном обрыве и местном повреждении принимается, что местное повреждение трех проволок соответствует обрыву двух проволок. Местным повреждением проволок, подлежащих ремонту, считается вмятина на глубину, превышающую половину диаметра проволоки.

4.7.2. Допустимые расстояния от проводов (тросов) ВЛ до поверхности земли, сооружений, дорог, рек, наименьшие расстояния приближения ВЛ к различным объектам и сооружениям, а также между проводами и грозозащитными тросами пересекающихся ВЛ приведены в прил. 9.

4.7.3. Фактическая стрела провеса провода или троса не должна отличаться от проектного значения более чем на 5 % (с учетом температуры воздуха в момент измерения) при условии соблюдения расстояний до земли и пересекаемых объектов (см. п. 4.7.2).

4.7.4. Изоляционное расстояние по воздуху между проводами петель и телом опоры, а также расстояние между проводами ВЛ в местах их пересечения между собой или транспозиции на опоре, ответв-

лениях и переходе с одного положения проводов на другое не должны отличаться от проектных значений более чем на минус 10 %.

4.7.5. Разрегулировку проводов различных фаз одного относительно другого, а также разрегулировку тросов следует допускать не более 10 % проектного значения стрелы провеса провода (троса).

Разрегулировка проводов в расщепленной фазе не должна превышать 20 % расстояний между отдельными проводами в фазе для ВЛ до 500 кВ и 10 % – для ВЛ 750 кВ, а угол разворота проводов в фазе не должен превышать 10°.

4.7.6. В пролетах пересечения ВЛ, находящихся в эксплуатации, с другими ВЛ и линиями связи допускается установка на каждом проводе или тросе пересекающей ВЛ не более двух соединителей.

Количество соединений проводов и тросов на пересекаемой ВЛ не регламентируется.

4.7.7. Минимальное расстояние от соединительного зажима до зажима с ограниченной прочностью заделки должно быть не менее 25 м.

4.7.8. Расстояние между соединительными (ремонтными) зажимами в пролете должно быть не менее: 5 м для проводов (тросов) сечением* до 50 мм^2 вкл., 10 м – св. 50 до 95 мм^2 вкл., 15 м – св. 95 до 185 мм^2 вкл., 30 м – св. 185 мм^2.

4.7.9. Прочность заделки проводов и грозозащитных тросов в соединительных и натяжных зажимах, установленных в пролетах ВЛ, должна составлять не менее 90 % предела прочности провода или троса.

4.7.10. Соединительные и натяжные зажимы проводов и грозозащитных тросов должны отбраковываться, если:

монтаж зажимов выполнен с нарушением указаний по их монтажу;

геометрические размеры (длина и диаметр спрессованной части) не соответствуют требованиям указаний по монтажу зажимов;

на поверхности соединителя имеются трещины, следы значительной коррозии или механические повреждения;

кривизна опрессованного соединителя превышает 3 % его длины;

стальной сердечник опрессованного соединителя расположен несимметрично по отношению к алюминиевому корпусу;

наблюдается свечение или изменение цвета соединителя от нагрева током нагрузки ВЛ.

4.7.11. Прессуемые зажимы должны иметь диаметр после опрессования, превышающий не более чем на 0,3 мм диаметр матрицы, а диаметр матрицы не должен превышать ее номинальный диаметр более чем на 0,2 мм.

4.7.12. Сварные соединения должны браковаться, если пережжен

---

*Для комбинированных проводов или тросов (сталеалюминиевых, сталебронзовых и т. п.) сечение приведено по токоведущей части.

наружный повив провода, нарушена сварка при перегибе проводов руками, образовалась усадочная раковина в месте сварки глубиной более 1/3 диаметра провода, но не более 6 мм – для сталеалюминиевых проводов сечением 150–600 мм^2.

4.7.13. Болтовые соединения на действующей ВЛ должны браковаться, если падение напряжения или сопротивление на участке соединения более чем в 2 раза превышает падение напряжения или сопротивление на участке целого провода той же длины.

4.7.14. На соединителях, смонтированных методом скручивания, число витков должно быть в пределах 4–4,5, а для скрученных соединителей СОАС-95-3 с проводом АЖС 70/39 – 5,5 витков.

4.7.15. Неисправный участок провода или молниезащитного троса должен быть заменен отрезком нового провода (троса) той же марки, что и поврежденный.

4.8. Заземляющие устройства

4.8.1. Проектные значения сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ приведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8

Проектные значения сопротивления заземляющих устройств опор*

Наименование заземляющего объекта	Удельное эквивалентное сопротивление земли ρ, Ом·м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
Опоры железобетонные, металлические, деревянные, на которых подвешен грозозащитный трос или установлены устройства грозозащиты	До 100 включительно	10
	Свыше 100 до 500 включительно	15
	Свыше 500 до 1 000 включительно	20
Опоры железобетонные и металлические ВЛ 35 кВ	Свыше 1 000 до 5 000 включительно	30
	Свыше 5 000	$6–10^{-3}\rho$
Заземлители электрооборудования на опорах 35 кВ	–	10
Разрядники и защитные промежутки на подходах ВЛ к подстанциям с вращающимися машинами	–	5

* ПУЭ и проект «Правил устройств воздушных линий электропередачи напряжением 750 кВ (ПВЛ-750)»

Отклонение от проектного значения сопротивления заземляющего устройства опоры не должно превышать 10 %.

4.8.2. Заземлитель должен быть заменен, если разрушено более 50 % его сечения.

4.8.3. Сечение заземляющих спусков на опоре ВЛ должно быть не менее 35 мм^2, а диаметр спусков из проволоки – не менее 10 мм; допускается применение стальных оцинкованных однопроволочных спусков диаметром не менее 6 мм.

4.8.4. На ВЛ с деревянными опорами рекомендуется болтовое соединение заземляющих спусков; на металлических и железобетонных опорах соединение заземляющих спусков может быть выполнено сварным или болтовым.

4.9. Трубчатые разрядники и защитные промежутки

4.9.1. Значение внешнего искрового промежутка трубчатых разрядников и защитного промежутка не должно отличаться от проектного.

Значение внутреннего искрового промежутка не должно отличаться от проектного более чем на ±5 мм.

4.9.2. Наружная поверхность разрядника не должна иметь ожогов электрической дугой, трещин, расслоений и царапин глубиной более 0,5 мм на длине более трети расстояния между наконечниками.

4.10. Линейная арматура

4.10.1. Арматура должна браковаться и подлежать замене, если:

поверхность арматуры покрыта сплошной коррозией и площадь опасных сечений ослаблена более чем на 20 %;

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

форма и размеры деталей не соответствуют чертежам;

оси и другие детали шарнирных сочленений имеют значительный износ и их размеры отличаются от проектных более чем на 10 %.

4.10.2. Сцепление изоляторов подвесок должно быть зафиксировано с помощью замков; замки в изоляторах должны быть расположены входными концами в сторону стойки опоры у поддерживающих подвесок и входными концами вниз – у натяжных подвесок.

4.10.3. Все детали сцепной арматуры должны быть зашплинтованы. Пальцы должны быть установлены головкой вверх и иметь навернутую гайку.

4.10.4. Эксплуатация замков изоляторов и шплинтов в арматуре, имеющих размеры, отличающиеся от указанных на чертежах, а так-

же покрытых коррозией и потерявших упругость, не допускается. Такие замки и шплинты должны быть заменены при верховых осмотрах и проверках или при очередном капитальном ремонте ВЛ.

4.10.5. У гасителей вибрации расстояния между осью гасителя и местом выхода провода (троса) из поддерживающего или натяжного зажима, точки схода с ролика многороликового подвеса или от края защитной муфты не должны отличаться от проектного значения более чем на ±25 мм.

4.10.6. Разворот коромысла подвесного зажима расщепленных проводов фазы допускается до 5°.

4.10.7. Расстояние между группами дистанционных распорок не должно отличаться от проектного более чем на ±10 %.

4.10.8. Расстояние между рогами искровых промежутков на молниезащитных тросах не должно отличаться от проектного более чем на ±10 %.

4.10.9. Крепление проводов вязкой на штыревых изоляторах должно производиться вязальной проволокой из того же металла, что и провод. При этом алюминиевая проволока должна иметь диаметр 2,5–3,5 мм, а стальная – 2–2,7 мм.

4.11. Линейная изоляция

4.11.1. Количество и тип изоляторов на ВЛ должны быть выбраны в соответствии с проектом ВЛ, требованиями ПУЭ, «Инструкции по выбору изоляции электроустановок» (М.: СПО Союзтехэнерго, 1990), а также с учетом местных условий.

4.11.2. Фарфоровые изоляторы должны браковаться и подлежать замене, если:

имеются радиальные трещины, бой фарфора (более 25 % объема фарфора); оплавления или ожоги глазури, стойкое загрязнение поверхности фарфора; трещины, искривления и выползания стержней изоляторов; трещины в шапках изоляторов;

не выдерживают напряжения (нулевые изоляторы) при измерении изоляторов штангой с постоянным или переменным искровым промежутком или другими штангами;

выдерживают не более 50 % значения напряжения, нормально приходящегося на изолятор, с учетом места его установки в гирлянде; значение напряжения, приходящегося на изолятор, устанавливается с помощью измерительной штанги с переменным искровым промежутком; нормальное распределение напряжений в гирляндах из изоляторов разных типов приведено в прил. 10;

при испытании повышенным напряжением 50 кВ частоты 50 Гц от постороннего источника они пробиваются или перекрываются при приложении испытательного напряжения в течение 1 мин;

при проверке мегаомметром на напряжение 2 500 В сопротивление сухих изоляторов менее 300 МОм.

Изоляторы, имеющие незначительные повреждения фарфора (сколы ребер или краев «тарелки» и т. п.), а также незначительные следы перекрытия на поверхности фарфора могут быть оставлены в эксплуатации после контрольных измерений этих изоляторов по решению главного инженера ПЭС.

4.11.3. Стеклянные изоляторы должны браковаться и подлежать замене при разрушении стекла, появлении на поверхности стекла волосяных трещин, стойком загрязнении поверхности стекла.

4.11.4. Выявленные на ВЛ 35–750 кВ неисправные изоляторы подлежат замене в сроки, приведенные в прил. 6.

Неисправные изоляторы на ВЛ 800 кВ подлежат замене:

в срочном порядке – при наличии в гирлянде изолирующей подвески свыше 30 % неисправных изоляторов;

в течение ближайших трех месяцев – при наличии в гирлянде изолирующей подвески свыше 20 до 30 % неисправных изоляторов;

при очередном капитальном ремонте – при наличии в гирлянде изолирующей подвески до 20 % неисправных изоляторов.

4.11.5. Значение допустимого отклонения поддерживающих изолирующих подвесок от проектного положения вдоль ВЛ должно быть не более:

50 мм для ВЛ 35 кВ;

100 мм для ВЛ 110 кВ;

150 мм для ВЛ 150 кВ;

200 мм для ВЛ 220 кВ и выше.

4.11.6. Разность длины различных цепей (ветвей) натяжных изолирующих подвесок одной фазы с общим узлом крепления к траверсе допускается не более ±1% длины подвески.

5. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ВЛ

5.1. Общие положения

5.1.1. Капитальный ремонт ВЛ или отдельных участков должен производиться в сроки, устанавливаемые в зависимости от конструкции ВЛ, технического состояния ее элементов и условий эксплуатации (природные условия, агрессивность атмосферы и грунтовых вод, состояние грунтов и др.)[2].

[2] Периодичность капитального ремонта ВЛ на железобетонных и металлических опорах – не реже 1 раза в 12 лет, ВЛ на опорах с деревянными деталями – не реже 1 раза в 6 лет.

5.1.2. Капитальный ремонт выполняется за счет средств, предназначенных на ремонт.

За счет средств на капитальный ремонт могут осуществляться работы по замене отдельных опор, деталей опор, проводов, изоляторов, а также по установке деревянных опор ВЛ на приставки и другие работы (см. п. 5.1.5).

Замена всех опор в течение одного капитального ремонта ВЛ не допускается. В отдельных случаях разрешается для ВЛ, сооруженных на деревянных опорах и эксплуатируемых в неблагоприятных условиях (на заболоченных участках и т. п.), сплошная замена опор на отдельных участках ВЛ. Длина участков, на которых разрешается сплошная замена опор при очередном капитальном ремонте, не должна превышать 15 % протяженности ВЛ (включая отпайки). Общее количество заменяемых деревянных опор не должно превышать 30 % количества установленных на ВЛ опор.

5.1.3. За счет средств на капитальный ремонт выполняются все подготовительные работы по ремонту, в том числе измерения и испытания, необходимые для определения объема капитального ремонта.

5.1.4. В тех случаях, когда проведение капитального ремонта ВЛ или отдельного ее участка экономически нецелесообразно, за счет средств на капитальный ремонт должны осуществляться только работы по поддержанию отдельных элементов ВЛ в состоянии, обеспечивающем ее нормальную эксплуатацию в течение соответствующего периода. К таким случаям относятся:

а) намечаемый перенос ВЛ в связи с предстоящим строительством на одном из участков трассы предприятий, отдельных сооружений и зданий;

б) проектируемые или предполагаемые техническое перевооружение, реконструкция или модернизация ВЛ (см. разд. 9).

Вынос небольших участков ВЛ (отдельных опор), связанный с изменением технических нормативов или условий эксплуатации, допускается производить за счет средств на капитальный ремонт.

5.1.5. При капитальном ремонте выполняются следующие виды работ:

а) на трассе ВЛ:

расчистка трасс (очистка просек от кустарника, порубочных остатков, хвороста, сучьев, зарослей, сваленных деревьев); на работы по очистке трасс в пределах просеки не требуется оформление разрешения в органах лесного хозяйства;

поддержание ширины просеки в размере, установленном проектом ВЛ;

вырубка вне просеки деревьев, угрожающих падением на провода ВЛ (с последующим оформлением лесорубочных билетов, ордеров);

предохранение опор от низовых пожаров;

работы на трассе ВЛ, связанные с устройством проездов по трассе;

планировка грунта у опор, подсыпка и подтрамбовка грунта у основания опор;

установка и ремонт отбойных тумб у опор, расположенных у обочин дорог;

ремонт ледозащитных сооружений опор в поймах рек;

б) на железобетонных опорах:

заделка трещин, выбоин, установка ремонтных бандажей;

зашита бетона подземной части опор от действия агрессивной среды;

замена отдельных опор;

ремонт и замена оттяжек и узлов крепления;

ремонт подземной части опор (фундаментов);

усиление заделки опор в грунте;

выправка опор, устранение перекосов траверс;

окраска металличсских узлов и деталей опор;

усиление или замена металлических узлов и деталей, потерявших несущую способность;

в) на металлических опорах:

окраска металлоконструкций опор и металлических подножников;

замена элементов опор, потерявших несущую способность, их усиление, выправка;

замена отдельных опор;

ремонт фундаментов;

выправка опор;

ремонт и замена оттяжек и узлов их крепления;

г) на деревянных опорах:

замена опор;

замена деталей опор;

установка приставок;

защита деталей опор от загнивания;

выправка опор;

замена и окраска бандажных и болтовых соединений деталей опор;

д) на проводах и грозозащитных тросах:

установка и замена соединителей, ремонтных зажимов и бандажей, сварных соединений; закрепление оборванных проволок, подмотка лент в зажимах;

вырезка или замена неисправных участков провода (троса);

перетяжка (регулировка) проводов (тросов);

замена провода (троса);

е) на заземляющих устройствах:

ремонт контуров заземления, включая замену отдельных контуров;

уменьшение сопротивления заземления;

ремонт или замена заземляющих спусков и мест присоединения их к заземляющему контуру;

ж) установка и замена изоляторов, арматуры, трубчатых разрядников: замена неисправных изоляторов и элементов арматуры;

увеличение количества изоляторов в изолирующих подвесках;

замена одних изоляторов на другие (на грязестойкие, а фарфоровые на стеклянные и т. п.);

чистка и обмыв изоляторов;

установка гасителей вибрации;

замена поддерживающих и натяжных зажимов, распорок;

установка и замена трубчатых разрядников;

з) специальные работы:

переустройство переходов, пересечений и подходов к подстанциям;

ремонт светоограждений опор.

5.1.6. Ремонтные работы на ВЛ должны производиться или в соответствии с требованиями специальных инструкций (типовых, местных), или согласно технологическим картам, или схемам производства работ, утвержденным главным инженером ПЭС.

5.1.7. Определение необходимого количества бригад, транспортных средств и механизмов, распределение отдельных видов работ между бригадами возлагается на инженерно-технического работника, руководящего выполнением капитального ремонта ВЛ.

5.1.8. Каждая бригада, работающая на ВЛ, должна производить по возможности весь комплекс ремонтных работ.

5.1.9. Капитальный ремонт ВЛ или ее участков должен выполняться в возможно короткие сроки, в полном объеме и без недоделок.

При необходимости отключения ВЛ все подготовительные работы должны быть выполнены до отключения линии.

5.1.10. По окончании капитального ремонта ВЛ мастерами и инженерно-техническими работниками ПЭС (РЭС) должна быть произведена приемка объема и качества выполненных работ.

5.2. Работы на трассе ВЛ

5.2.1. Трассы ВЛ в лесистой местности должны периодически расчищаться от древесно-кустарниковой растительности высотой более 4 м. Такие работы должны выполняться, как правило, с применением механизмов.

5.2.2. Расчистка трасс от зарослей должна производиться с некоторым опережением по срокам выполнения капитального ремонта ВЛ.

5.2.3. При наличии на трассе лиственных пород древесно-кустарниковой растительности (береза, ива, ольха, осина, лещина) может быть применен химический способ расчистки трасс.

Расчистка трасс от кустарника химическим способом производится согласно специальным инструкциям.

Может быть применен также комбинированный метод расчистки трасс – химическая обработка с последующей уборкой остатков зарослей бульдозером.

5.2.4. На трассах ВЛ, проходящих через зеленые массивы (заповедники, сады, парки, зеленые зоны вокруг населенных пунктов, ценные лесные массивы, защитные полосы вдоль железных и автомобильных дорог, водные пространства), периодически должна подрезаться крона деревьев, расположенных на краю трассы. Расстояния от проводов при их наибольшем отклонении до кроны деревьев по горизонтали должно быть не менее*:

4 м – для ВЛ 35–110 кВ;

5 м – для ВЛ 150–220 кВ;

6 м – для ВЛ 330–500 кВ;

7 м – для ВЛ 750 кВ.

5.2.5. При прохождении ВЛ через лесные массивы обрезка деревьев должна производиться ПЭС, обслуживающим ВЛ.

Если же ВЛ проходят через парки, сады, ценные лесные массивы и другие многолетние насаждения, то обрезка деревьев производится ПЭС, в ведении которого находятся ВЛ, либо при обоюдном согласии сторон – организацией, в ведении которой находятся эти насаждения, или индивидуальными владельцами садов и других многолетних насаждений в порядке, определяемом ПЭС.

5.2.6. При вырубке деревьев на трассе ВЛ следует обращать внимание на то, чтобы высота пней была минимальной, а сами пни были окорены. Срубленные и сломанные деревья, а также валежник и сучья должны быть сложены вне охранной зоны или на краю трассы.

5.2.7. Вокруг каждой опоры на деревянных приставках в местах, где имеется опасность возникновения низовых пожаров, должна быть вырыта канава глубиной 0,4 м, шириной 0,6 м, отстоящая от опоры на расстоянии 1,5–2 м. В радиусе 2 м от опоры трава и кустарники могут быть удалены химическим способом.

Перечень участков ВЛ, где необходимо проведение противопожарных мероприятий, должен утверждаться главным инженером ПЭС.

---

*В соответствии с письмом Государственного комитета по лесу от 05.08.89 № 187/9.

5.3. Ремонт железобетонных опор, приставок, свай и фундаментов

5.3.1. Объем ремонта железобетонных опор, свай, приставок и фундаментов определяется при осмотрах ВЛ, а также выборочным вскрытием подземной части опор на глубину 0,5–0,7 м.

5.3.2. Ширину трещин следует определять с помощью микроскопа Бринелля или лупы Польди, снабженных шкалой с ценой деления 0,1 мм. Предельная прочность бетона опоры определяется с помощью эталонного молотка Кашкарова, специальных приборов.

5.3.3. При обнаружении агрессивного действия внешней среды на бетон опор, под воздействием которого произошло шелушение поверхности, образование волосяных трещин, ржавых пятен и потеков, растрескивание бетона вдоль арматуры, необходимо произвести определение степени агрессивности среды, привлекая для этой цели специальные лаборатории.

Атмосфера является агрессивной по отношению к железобетону, если в ней содержатся кислые газы, вызывающие коррозию арматуры или бетона, в количестве более 0,01 мг/л.

5.3.4. Классификация дефектов и виды ремонта железобетонных опор приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Классификация дефектов железобетонных опор, их заделок и виды ремонта

Конструкция опоры	Характеристика дефекта	Вид ремонта
	Трещины в бетоне	
1. Центрифугированная или вибрированная опора с ненапряженной или напряженной стержневой арматурой	Поперечные трещины шириной раскрытия менее 0,3 мм	Ремонт не требуется
	То же шириной раскрытия от 0,3 до 0,6 мм	Поверхность бетона в зоне образования трещин покрасить краской или заделать полимерцементным раствором
	Поперечные трещины шириной раскрытия более 0,6 мм	Установить бандаж. Если трещины расположены по всей поверхности бетона, то опору заменить

Продолжение табл. 5.1

Конструкция опоры	Характеристика дефекта	Вид ремонта
Трещины в бетоне		
2. Центрифугированная или вибрированная опора с напряженной арматурой из высокопрочной проволоки (в виде отдельных проволок или прядей)	Поперечные трещины шириной раскрытия до 0,05 мм	Ремонт не требуется
	То же шириной раскрытия от 0,05 до 0,3 мм	Поверхность бетона в зоне трещин покрасить краской
	То же шириной раскрытия более 0,3 мм	Установить бандаж. Если зона образования трещин распространяется по всей поверхности бетона, опору заменить
3. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	Продольные трещины шириной раскрытия до 0,05 мм независимо от количества трещин	Ремонт не требуется
4. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	Продольные трещины шириной раскрытия от 0,05 до 0,3 мм независимо от количества трещин	Поверхность бетона в зоне образования трещин закрасить краской
	То же шириной раскрытия от 0,3 до 0,6 мм при количестве трещин не более двух в одном сечении	Трещины заделать полимерцементным раствором
	То же шириной раскрытия более 0,3 мм при количестве трещин более двух в одном сечении	Установить бандаж. При длине трещин более 3 м опору заменить
Раковины, щели, пятна на бетоне		
5. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	На поверхности бетона выступают темные полосы, расположенные по виткам поперечной арматуры	Поверхность бетона в зоне, где выступают темные полосы, закрасить краской
6. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	Оголена поперечная арматура (на длине не более 1,5–2 м вдоль опоры)	Очистить арматуру от ржавчины. Поверхность бетона, где выступает поперечная арматура, закрасить краской

Продолжение табл. 5.1

Конструкция опоры	Характеристика дефекта	Вид ремонта
	Пористый бетон или узкая щель вдоль стойки	Заделать полимерцементным раствором
	На поверхности бетона выступают пятна и потеки цвета ржавчины, свидетельствующие о наличии в бетоне инородних включений (глины, руды)	Поверхность бетона в зоне потеков и пятен закрасить краской
	Шершавая поверхность бетона вследствие отслоения поверхностного слоя толщиной 3–5 мм	Заделать полимерцементным раствором
	В бетоне раковины размером 10×10 мм и глубиной 10 мм	Заделать полимерцементным раствором
	В бетоне раковины или сквозные отверстия площадью до 25 см^2 (не более одной раковины или одного отверстия на опору) при толщине бетонной стенки в зоне отверстия не менее проектной	Установить бандаж. При количестве раковин или отверстий более одного опору заменить
	То же при толщине бетонной стенки в зоне отверстия менее проектной	Поверхность бетона в зоне отверстия простучать. При скалывании бетона и увеличении площади отверстия опору заменить
	В бетоне раковина или сквозное отверстие площадью более 25 см^2	Опору заменить
	Отклонение опор	
7. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	Отклонение стойки одностоечной свободностоящей опоры от вертикальной оси на значение, большее ее диаметра вверху	**Опору выправить**

Окончание табл. 5.1

Конструкция опоры	Характеристика дефекта	Вид ремонта
	Отклонение одностоечной опоры с оттяжками от вертикальной оси вдоль и поперек линии	Опору выправить регулированием тяжения в оттяжках
	Ослабление тяжения тросовых оттяжек	Подтянуть оттяжки до нормального тяжения. Исправить крепления и регулирующие устройства
	Искажение геометрической формы портальной опоры на оттяжках	Выправить опору регулированием тяжения в оттяжках
	Искривление стоек одностоечных свободностоящих опор	Выправить опору, установив оттяжку в сторону, противоположную прогибу
	Искривление стоек железобетонной опоры 330 кВ (ОПО-330, ПГ-330, ПУ-330) при стреле прогиба менее 10 см	Ремонт не требуется
	То же при стреле прогиба более 10 см	Опору выправить регулированием тяжения в оттяжках
	Заделка опор	
8. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	Грунт в заделке опор не уплотнен: котлован неполностью засыпан грунтом. Признаки коррозии арматуры в фундаментной части опоры	Фундаментную часть опоры очистить от грязи и восстановить гидроизоляцию. Тщательно утрамбовать грунт в пазухе котлована, недостающий грунт досыпать с послойным уплотнением
9. Центрифугированная или вибрированная опора любой конструкции	Опора заделана в грунт на глубину менее проектной. Ригели находятся на поверхности	Произвести обваловку опоры с досыпкой грунта выше проектной отметки заделки на 30–40 см. Уплотнить досыпанный грунт
	Сколы бетона оголовника фундамента	Расчистить место скола, выправить арматуру, установить опалубку по форме оголовника и забетонировать

Примечание. Характеристика дефектов и виды ремонта приведены для опор, находящихся в неагрессивной среде. Дефектные опоры, расположенные в агрессивной среде, подлежат ремонту независимо от величины дефекта, при этом ремонт опор должен производиться химически стойкими антикоррозионными покрытиями.

5.3.5. Для ремонта железобетонных опор рекомендуется применять полимерцементные растворы и краски.

5.3.6. Полимерцементные растворы приготовляются смешиванием цемента и песка с последующим добавлением эмульсии полимера и воды; раствор во время приготовления тщательно перемешивается.

Составы полимерцементных растворов приведены в табл. 5.2.

Полимерцементный раствор следует применять в течение 2 ч после приготовления.

При заделке раковин и сколов полимерцементный раствор втирается с помощью шпателя или мастерка в трещину, смоченную предварительно 10%-ным раствором эмульсии. Спустя час место заделки смачивается водным раствором эмульсии, присыпается сухим цементом и заглаживается гладилкой.

Таблица 5.2

Состав полимерцементных растворов

Наименование компонента	Состав полимерцементного раствора по массе, %, при соотношении цемента к песку					
	1:0	1:2	1:3	1:4	1:3	1:4
	Для окраски	Для шпаклевки при заделке крупных трещин			Для заделки отколов, раковин, пустот и других дефектов	
Эмульсия полихлорвинилацетатная	12	5	4,3	3,5	4,5	3,5
Портландцемент марки 400–500	59,5	28	21,5	17	22	18
Песок мелкозернистый (до 0,3 мм)	–	56	64,5	69	–	–
Песок обыкновенный (до 3 мм)	–	–	–	–	66	72
Вода	28,5	10	9,7	10,5	7,5	6,5

5.3.7. Полимерцементная краска должна готовиться на месте производства работ не ранее чем за 3–4 ч до начала работ.

Краска наносится в два слоя кистью на поверхность бетона, предварительно увлажненную 10 %-ным раствором полимерной эмульсии. Второй слой наносится через 1–2 ч после первого.

5.3.8. В агрессивной среде мелкие трещины на поверхности бетона должны окрашиваться химически стойкими перхлорвиниловыми материалами (например, лаком марки ХСЛ). Окрашиваемая поверхность промывается растворителем Р-4, грунтуется слоем лака марки ХСЛ и затем покрывается слоем смеси лака марки ХСЛ с цементом, смешиваемым в соотношении 1:1 по массе. После просушки обоих слоев наносится слой перхлорвиниловой эмали марки ПХВ-32 или ПХВ-23.

5.3.9. Железобетонные бандажи, применяемые для ремонта опор с вертикальными трещинами, должны иметь поперечную рабочую арматуру, а для ремонта опор с горизонтальными трещинами – продольную рабочую арматуру.

Края бандажа должны на 20 см перекрывать зону разрушения бетона. В месте наложения бандажа поверхность бетона опоры насекается зубилом.

Рабочую арматуру бандажа рекомендуется выполнять из стали периодического профиля диаметром 16 мм, нерабочую (поперечную) арматуру – из катанки диаметром 5–7 мм; толщина бетонного слоя должна быть 8–10 см.

После установки арматуры устанавливается опалубка, пространство между поверхностью опоры и опалубкой заполняется бетоном.

5.3.10. В местах больших сколов бетона (с обнажением арматуры) крепится арматурная сетка, которая затем заполняется бетоном.

5.3.11. Перед нанесением защитных покрытий или заделкой дефектов поверхность бетона следует очистить от грязи и пыли, а отслоения бетона – удалить.

Очистку поверхности бетона и обнаженной арматуры следует производить стальными щетками или скребками; масляные пятна удаляются ветошью, смоченной в бензине, ацетоне или других растворителях.

5.3.12. Выправка промежуточных одностоечных свободностоящих одноцепных и двухцепных опор, имеющих наклон поперек ВЛ, производится созданием тяжения в сторону, противоположную наклону опоры. Тяжение создается с помощью тягового механизма, обеспечивающего плавное увеличение усилия, прилагаемого к тяговому тросу. Механизм должен быть удален от опоры, подлежащей выправке, на расстояние не менее 1,2 ее высоты.

Тяговый трос крепится на опоре на высоте около 4 м от уровня земли.

По окончании выправки вершина опоры должна перейти на 20–30 см за вертикальное положение.

До начала работ по выправке опор со стороны, противоположной наклону опоры, откапывается узкий котлован по диаметру стойки глубиной 1,2–1,5 м. При откапывании грунта экскаватором котлован должен быть ориентирован вдоль линии, возможно ближе к стволу опоры, чтобы избежать чрезмерного нарушения грунта в плоскости действия тягового усилия.

Выправке подлежат опоры при угле наклона стойки более 1° (т. е. при отклонении вершины опоры от вертикального положения более чем на 25–40 см при длине стоек от 16 до 26 м). При наклоне стойки опоры на угол более 3° от вертикали выправка должна производиться немедленно.

В скальных и мерзлых грунтах выправка опор запрещается.

5.3.13. Выправка опоры с оттяжками производится следующим образом:

опор с тросовыми оттяжками – изменением длины и тяжения в тросах оттяжек путем подтягивания гаек анкерных U-образных болтов;

опор с оттяжками из круглой стали (стержневой арматуры) – регулированием длины оттяжек с помощью талрепов.

Выправленные опоры и их детали не должны иметь отклонения, превышающие допустимые (см. разд. 4).

5.3.14. Все виды оттяжек опор (в том числе оттяжки внутренних связей опор, шпренгельные оттяжки траверс и др.) независимо от их конструктивного выполнения (из тросов, круглой стали) должны быть натянуты без видимой слабины.

5.3.15. Виды ремонта тросовых оттяжек в зависимости от степени уменьшения площади поперечного сечения троса оттяжек указаны в п. 4.6.3.

5.3.16. Тросы оттяжек и элементы крепления их к опоре и анкерным болтам должны периодически смазываться, оттяжки из круглой стали должны окрашиваться. В качестве антикоррозионных покрытий могут быть использованы смазки типа ЗЭС.

5.4. Ремонт металлических опор

5.4.1. Элементы опор, потерявшие из-за коррозии более 20 % поперечного сечения, должны быть заменены или усилены при капитальном ремонте ВЛ (см. разд. 4).

5.4.2. Элементы опор, получившие в процессе эксплуатации прогибы свыше допустимых, должны быть либо заменены, либо выправлены с помощью домкратов или стяжных болтов. Заменяемые поврежденные участки пояса или решетки опоры вырезаются, на их место накладываются равнопрочные отрезки металла необходимого

профиля и длины, которые соединяются с поясами или решеткой сваркой или на болтах.

При сварке соединений запрещается накладывать поперечные сварные швы. Длина швов, размеры и количество болтов должны быть определены расчетом.

Обнаруженные в сварных швах трещины должны быть заварены.

5.4.3. Ослабленные заклепочные соединения должны быть усилены расклепкой или заменой заклепок, а ослабленные болтовые соединения – подтягиванием гаек.

5.4.4. Заваренные места, накладки и другие вновь установленные детали должны быть тщательно очищены от коррозии и окрашены.

5.4.5. Металлические опоры, имеющие недопустимые наклоны, выправляются прокладками под опорные «башмаки» опоры. Прокладки применяются также для устранения неплотного прилегания пят опор к фундаментам. Суммарная высота прокладок не должна превышать 40 мм. Если при выправке опор необходимо одновременно освободить анкерные болты более чем на одной «ноге» опоры, опору следует предварительно укрепить расчалками.

5.4.6. Выправку опор с оттяжками и ремонт оттяжек следует производить в соответствии с приведенными выше требованиями (см. пп. 5.3.13–5.3.15).

5.4.7. Металлические опоры (подножники) перед окраской должны быть тщательно очищены от ржавчины, остатков старой краски и грязи. Особое внимание при очистке следует обратить на узлы соединения отдельных деталей опор и подножников, а также места крепления опор к подножникам и фундаментам. Перед окраской опоры и подножники очищаются от грязи и ржавчины металлическими щетками и специальными металлическими скребками.

Подготовка поверхности металлических опор под окраску может производиться и без очистки ржавчины – путем обработки ее химическими реактивами (преобразователем ржавчины).

5.4.8. Для окраски металлических опор следует применять атмосферостойкие красители (на натуральных маслах, на эпоксидной основе).

При отсутствии указанных красок допускается применение лаков на битумной основе, которые наносятся на опору не менее чем в два слоя; второй слой наносится после высыхания первого (не менее чем через 15–16 ч). Для продления срока службы такого покрытия необходимо в верхний слой битумного лака добавлять 15 % алюминиевой пудры (по массе).

Смешивание битумного лака с алюминиевой пудрой должно производиться непосредственно перед окраской в количестве, не пре-

вышающем потребность для работы одной смены (при более продолжительном хранении пудра теряет способность всплывать на поверхности лака). Во избежание взрыва при открывании и пересыпке алюминиевой пудры запрещается применять металлический инструмент.

5.4.9. Окраска металлических опор каменноугольным лаком запрещается.

5.4.10. Очистка и окраска опор производится, как правило, сверху вниз, т. е. сначала работы производятся на тросостойках и траверсах, а затем на стойках или стволе опоры.

5.4.11. При окраске верхних частей опор на ВЛ, находящихся под напряжением, следует соблюдать особую осторожность при работе на угловых опорах, на средней и нижней траверсах двухцепных опор, на опорах типа «рюмка».

5.4.12. Ведра с краской не должны подвешиваться на опоре над проводами и изоляторами. Подвешивать ведра с краской на траверсах разрешается не ближе 1 м от места крепления изолирующих поддерживающих подвесок.

При окраске концов траверс промежуточных опор для предотвращения попадания краски на изоляторы на шапку верхнего изолятора подвески должен надеваться специальный поддон.

5.4.13. Перед окраской металлических подножников последние должны быть очищены от земли и коррозии металлическими скребками и щетками, а затем просушены.

Подножники должны покрываться битумным лаком, применяемым для окраски опор (без пудры), не менее чем 2 раза.

5.4.14. Металлические подножники, как правило, окрашиваются на глубину 0,7–1 м (в зависимости от уровня грунтовых вод). При необходимости окраски подножников на полную глубину необходимо соблюдение следующих требований:

при установке опоры на четырех подножниках одновременно может быть отрыто не более двух подножников, расположенных по диагонали;

при установке опоры на одном подножнике последний может быть отрыт после укрепления опоры расчалками; схема крепления опор расчалками должна приниматься в каждом отдельном случае руководителем работ.

5.4.15. Окраска подножника производится снизу вверх; покрытию подлежат также пяты опоры и анкерные болты, расположенные на уровне земли.

После высыхания антикоррозионного покрытия, которое длится от 14 до 20 ч (в зависимости от свойств покрытия, температуры и влажности окружающего воздуха), котлован засыпают; засыпка котло-

ванов должна сопровождаться тщательной трамбовкой грунта. При этом надо следить, чтобы с землей в котлован не попали камни, которые могут повредить антикоррозионное покрытие.

5.4.16. Окраска металлических опор и подножников должна производиться краскораспылителем или вручную – кистями ровным слоем, без пузырьков и подтеков.

5.4.17. Работы по окраске металлических опор и подножников должны, как правило, выполняться одновременно. Окраска влажных частей опоры, а также окраска опоры при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С не допускается.

5.5. Ремонт деревянных опор

5.5.1. Неисправные (отбракованные) детали деревянных опор должны быть заменены новыми или усилены путем установки накладок. При замене рекомендуется применение железобетонных приставок, свай, а при необходимости и железобетонных опор.

5.5.2. До вывоза на трассу ВЛ деревянные и железобетонные детали, предназначенные для замены неисправных деталей деревянных опор, должны быть проверены для определения качества их изготовления и соответствия проектным параметрам.

При обнаружении дефектов (некачественная пропитка, гниль древесины, трещины, сколы, оголение арматуры железобетонных деталей, отступления размеров деталей от указанных в чертежах и т. п.) детали должны быть отбракованы. Отбракованные детали не допускается устанавливать на ВЛ.

5.5.3. При развозке деталей опор на трассе ВЛ рекомендуется:

производить вывозку деталей опор зимой в местностях, где их вывозка в весеннее и летнее время затруднена из-за бездорожья;

около ремонтируемых опор детали укладывать так, чтобы облегчить их установку на опоре.

5.5.4. Перед заменой каждой деревянной детали опоры она повторно проверяется на загнивание.

5.5.5. Для увеличения срока службы деталей деревянных опор независимо от способа первичной пропитки опоры рекомендуется в условиях эксплуатации проводить дополнительную пропитку (допропитку) древесины. Допропитку опор следует производить диффузионным методом с применением водорастворимого антисептика.

В качестве антисептика могут быть использованы Доналит УА, Доналит УАлл или антисептики подобного типа, обеспечивающие быстрое проникновение солей антисептика в древесину.

Допропитку следует производить до появления массового загнивания деталей опор. Если при очередной проверке обнаруже-

но загнивание древесины, то независимо от количества опор, имеющих загнивание, допропитку следует произвести на всех опорах ВЛ.

Работы по допропитке опор следует производить в теплое время года, по возможности сразу же после весенних паводков, а на участках, где трассы проходят по болотистым грунтам,– летом, когда уровень почвенно-грунтовых вод наиболее низкий.

Допропитке не подлежат опоры, имеющие внешнее загнивание более одной десятой части диаметра. Она не рекомендуется также для опор, имеющих сильное внутреннее загнивание или глубину червоточины более 2 см.

5.5.6. Допропитке должны подвергаться следующие детали опор:

подземная часть опор – на глубину 0,5–0,6 м;

надземная часть опор – на высоте 0,1–0,2 м от уровня грунта;

вершины стоек и приставок опор;

трещины на всех деталях опор;

места сочленения отдельных деталей опор.

Допропитку подземной и надземной частей опоры и мест соединений деталей следует выполнять путем установки антисептических бандажей, допропитку вершин стоек и приставок, а также трещин – нанесением антисептической пасты.

5.5.7. Антисептические бандажи изготавливаются из двух слоев:

внешнего (пергамин, полиэтиленовая пленка или рубероид);

внутреннего (мешковина или однородная ткань с нанесенной на нее антисептической пастой).

Перед установкой бандажей детали должны быть очищены от земли и гнили. Бандаж должен плотно прилегать к опоре; внешний слой бандажа должен быть обтянут проволокой или битумной лентой.

5.5.8. Покрытие антисептической пастой вершины стоек и приставок следует защищать от чрезмерного увлажнения и выщелачивания антисептика пластмассовыми, шиферными, жестяными колпачками с отверстиями (для прохождения дождевой воды, что способствует растворению антисептика и проникновению его в древесину). Колпачки должны быть жестко закреплены на древесине (гвоздями).

5.5.9. Для предупреждения возгорания деревянных опор в районах, подверженных интенсивному загрязнению изоляции, необходимо:

обеспечить надежный контакт в соединениях деталей опор; для этого под всеми болтами должны быть установлены шайбы, а болты надежно подтянуты. Диаметры отверстий в деталях опор не должны

превышать диаметра болтов; врубки в соединяемых деталях должны быть хорошо подогнаны;

применять специальные грязестойкие изоляторы и своевременно менять неисправные изоляторы;

производить чистку изоляторов от загрязнения.

Если перечисленные меры окажутся недостаточными, то соединения деталей опор и места крепления изолирующих подвесок необходимо шунтировать бандажами из проволоки (предпочтительно медной) диаметром не менее 2 мм, укрепляемой по окружности бревен 12 гвоздями длиной 50–70 мм (рис. 5.1 и 5.2). Для предупреждения коррозии гвоздей шунтирующие бандажи следует покрывать битумом.

В районах со слабой грозовой деятельностью допускается соединять между собой шпильки изолирующих подвесок металлическими проводниками.

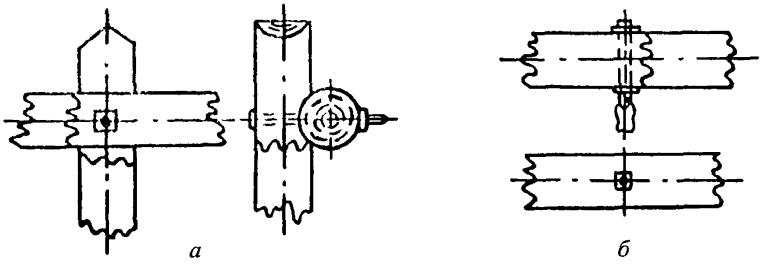

Рис. 5.1. Устройство шунтирующего бандажа:
а – в месте крепления траверсы к стойке; *б* – в месте крепления поддерживающей изолирующей подвески

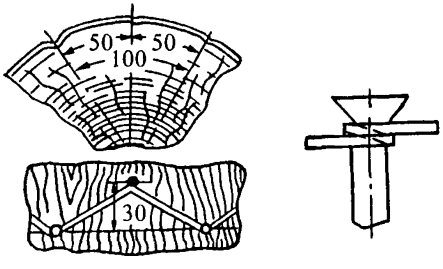

Рис. 5.2. Закрепление шунтирующего бандажа гвоздями

5.6. Ремонт проводов, грозозащитных тросов и контактных соединений

5.6.1. Виды ремонта провода и грозозащитного троса в зависимости от характера их повреждения указаны в п. 4.7.1, а также в п. 5.6.

5.6.2. Для соединения проводов и грозозащитных тросов должны применяться соединительные зажимы заводского изготовления. Запрещается применять соединительные зажимы из материала, отличающегося от того, из которого изготовлены провода (тросы).

Для соединения проводов из разных материалов (меди и алюминия и т. п.) следует применять прессуемые переходные соединительные зажимы или сварку. Болтовые переходные контактные зажимы разрешается устанавливать лишь временно с последующей их заменой.

Монтаж всех видов соединений должен производиться в соответствии со специальными инструкциями (указаниями).

5.6.3. При обрыве двух-трех проволок провода или грозозащитного троса в поддерживающем зажиме концы этих проволок следует вырезать на длине 1 м (по 0,5 м в обе стороны от оси зажима). В освободившиеся от проволок места необходимо вложить отрезки проволок длиной 1 м и затем закрепить их по концам двумя проволочными бандажами.

5.6.4. При массовых повреждениях провода или грозозащитного троса в местах крепления их в поддерживающих зажимах от вибрации или коррозии рекомендуется производить перемонтаж (сдвиг) провода или троса во всем анкерном пролете так, чтобы поврежденные места вышли из поддерживающих зажимов.

5.6.5. При массовых повреждениях проводов в местах установки дистанционных распорок необходимо произвести ремонт поврежденных участков, изменить места установки распорок и надежно затянуть болтовые соединения распорок.

5.6.6. Если стрелы провеса проводов или грозозащитных тросов отличаются от допустимых, должна быть произведена перетяжка проводов (тросов).

На ВЛ со штыревыми изоляторами перетяжка проводов должна быть произведена и в тех случаях, когда под действием различных нагрузок на провод (гололед и др.) происходит проскальзывание его в вязках.

5.6.7. В случае необходимости перемонтажа проводов или грозозащитных тросов в анкерном пролете (для увеличения или уменьшения стрел провеса) следует произвести соответственно вставку

или вырезку отрезка провода (троса), длина которого определяется по формуле:

$$a = \frac{8n}{3l_{пр}}\left(f_{тр}^2 - f\right)^2,$$

где a – длина вставки или вырезки, м;

n – количество промежуточных пролетов в данном анкерном пролете;

$l_{пр}$ – длина приведенного пролета, м;

$f_{тр}$ – требуемая стрела провеса, м;

f – фактическая стрела провеса, м.

При этом длины вставок должны быть не менее значений, приведенных в п. 4.7.8. Если длина вставки или вырезки оказывается незначительной, то регулирование стрел провеса следует производить, не нарушая целости провода, изменением длины натяжных подвесок.

5.6.8. Перемонтаж проводов сечением 120 мм² и более необходимо производить с перекладкой проводов на промежуточных опорах в монтажные ролики.

5.6.9. Для продления срока службы и во избежание ржавления грозозащитных стальных тросов рекомендуется производить периодически их смазку с помощью специальных устройств.

В качестве антикоррозионных покрытий могут быть использованы смазки ЗЭС. Смазку следует производить до появления коррозии тросов.

5.7. Ремонт изолирующих подвесок, арматуры, чистка (обмыв) изоляции

5.7.1. Неисправные элементы изолирующих подвесок, арматуры или установленные с отклонением от проекта (например, изоляторы и арматура не соответствуют проекту, гасители вибрации и дистанционные распорки смещены от своего проектного положения, изолирующие подвески отклонены от проектного положения на расстояния, превышающие допустимые) должны быть заменены новыми, соответствующими проекту, и установлены согласно ему.

5.7.2. В тех случаях, когда на проводах и грозозащитных тросах ВЛ с подвесными изоляторами отсутствуют гасители вибрации, предусмотренные ПУЭ, они должны быть установлены в соответствии с этими Правилами до появления видимых следов вибрации.

5.7.3. При интенсивном загрязнении изоляторов изолирующих подвесок (солевыми отложениями, уносами промышленных предприятий) рекомендуется производить их периодическую чистку.

Сроки периодической чистки изоляторов должны устанавливаться главным инженером ПЭС в зависимости от интенсивности и характера загрязнения, а также атмосферных условий

5.7.4. Чистка изоляторов может производиться: вручную при снятом напряжении или путем обмыва изоляторов непрерывной струей воды под напряжением при снятии напряжения с ВЛ.

5.7.5. Чистку изоляторов вручную следует производить сухой ветошью, а затвердевшие загрязнения чистят тряпками, смоченными в зависимости от состава загрязнителя водой или растворителем (бензином, бензолом и пр.). В последнем случае требуется повторная протирка изоляторов сухой чистой ветошью.

5.7.6. Обмыв изоляторов может производиться непрерывной струей воды высокого – более 1 МПа (10 кгс/см^2) и низкого – менее 1 МПа (10 кгс/см^2) давления при скорости ветра не более 10 м/с, отсутствии грозы и признаков ее приближения.

5.7.7. При наличии на поверхности изоляторов особо стойких загрязнений (например, цементных отложений), очистка которых представляет значительные трудности и требует длительных отключений ВЛ, следует заменить загрязненные изоляторы новыми.

5.8. Борьба с гололедом

5.8.1. В местах с частым образованием гололеда или изморози на проводах и грозозащитных тросах ВЛ в сочетании с сильными ветрами, в районах с частой и интенсивной пляской проводов и в тех случаях, когда возможно недопустимое приближение освободившихся от гололеда проводов к тросам, покрытым гололедом, должна производиться плавка гололеда электрическим током.

5.8.2. К плавке гололеда необходимо приступать немедленно по получении сообщения о нарастании гололеда на проводах и грозозащитных тросах, до того, как нагрузка от гололеда превзойдет допустимое значение.

Для своевременной организации плавки гололеда на ВЛ должны быть установлены устройства, сигнализирующие о его появлении на проводах и тросах (сигнализаторы гололеда), например, типа СГ-62, ДСГ-68, БДГ-2.

Во время плавки гололеда на ВЛ должны дежурить электромонтеры, сообщающие о ходе его плавки. При сообщении об удалении гололеда с проводов (тросов) его плавка должна быть прекращена.

5.8.3. Расчет тока и выбор напряжения источника электроэнергии для плавки гололеда на проводах (тросах) производятся в зависимости от схемы плавки.

Выбор метода и схемы плавки гололеда должен определяться режимом и условиями работы данной ВЛ (схемой сети, потребляемой мощностью электроустановками потребителей, зоной гололедообразования, возможностью отключения ВЛ и т. п.).

5.8.4. Плавка гололеда может производиться как с отключением ВЛ на время плавки, так и без отключения.

Плавка с отключением ВЛ производится:

токами короткого замыкания, искусственно создаваемого в сети;

встречным включением фаз трансформаторов;

комбинированным использованием указанных выше способов;

постоянным током от отдельного источника.

Плавка без отключения ВЛ производится:

увеличением токов нагрузки ВЛ путем изменения схемы коммутации сети;

пофазной плавкой при работе ВЛ по схеме два провода-земля.

5.8.5. Наиболее простым способом плавки гололеда является увеличение токов нагрузки ВЛ, но использование его часто ограничено режимом работы энергосистемы. Этот способ следует применять не только для плавки гололеда, но и для предупреждения его образования при возникновении неблагоприятных атмосферных условий.

5.8.6. Для плавки гололеда может применяться как переменный, так и постоянный ток.

Постоянный ток должен применяться в тех случаях, когда применение переменного тока невозможно или сопряжено с большими трудностями. Особенно эффективно применение постоянного тока при плавке гололеда на ВЛ с большими сечениями проводов (300 мм и выше). Для плавки гололеда постоянным током используются специальные выпрямительные установки.

5.8.7. Плавка гололеда переменным током на проводах может производиться по одному из способов:

трехфазного короткого замыкания (рис. 5.3);

двухфазного короткого замыкания;

однофазного короткого замыкания;

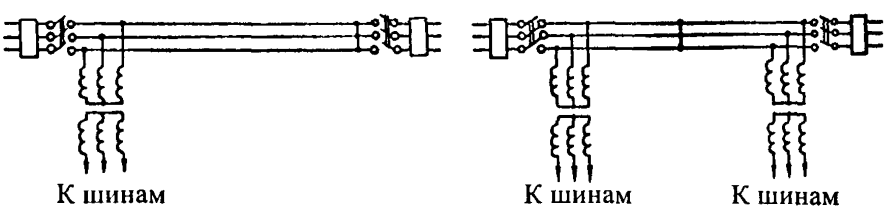

Рис. 5.3. Схемы плавки гололеда с замыканием трех фаз:
а – в конце линии; *б* – в середине линии

при последовательном соединении проводов всех фаз – по схеме «змейка» (рис. 5.4);

встречного включения фаз трансформаторов (рис. 5.5);

перераспределения нагрузок в сети путем повышения токовой нагрузки обогреваемой линии;

наложения дополнительных токов на рабочий ток обогреваемой ВЛ.

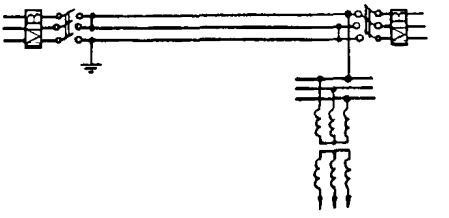

Рис. 5.4. Схема плавки гололеда с последовательным соединением проводов фаз линии

5.8.8. Длины ВЛ, на которых может быть выполнена плавка гололеда на проводах способом трехфазного короткого замыкания при различных напряжениях плавки, приведены в табл. 5.3.

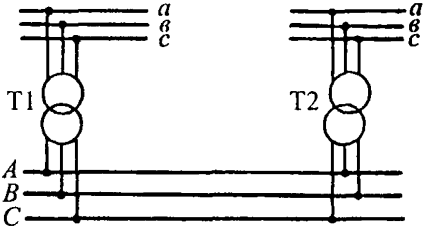

Рис. 5.5. Схема плавки гололеда с встречным включением фаз трансформаторов

5.8.9. Плавка гололеда на грозозащитных тросах может производиться токами короткого замыкания, искусственно создаваемого на ВЛ, или встречным включением фаз трансформаторов.

При плавке гололеда на грозозащитных тросах в зависимости от напряжения плавки трос должен быть изолирован на опорах ВЛ: с помощью одного изолятора при напряжении плавки 3–20 кВ, двух изоляторов – 35 кВ, четырех изоляторов – 110 кВ.

Таблица 5.3

Длины ВЛ, на которых может быть выполнена плавка гололеда способом трехфазного короткого замыкания при различных напряжениях плавки

Напряжение, подводимое к ВЛ, кВ	Ток плавки, А	Сечение провода по алюминию, мм^2	Требуемая мощность, МВ·А	Возможная длина линии, км
6,6	400	70–95	4,6	24
	600	120–150	6,9	16
	800	185–240	9,2	12
	1 000	300–500	11,4	10
10,5	400	70–95	7,25	38
	600	120–150	10,9	25
	800	185–240	14,5	19
	1 000	300–500	18,1	15

Напряжение, подводимое к ВЛ, кВ	Ток плавки, А	Сечение провода по алюминию, мм^2	Требуемая мощность, МВ А	Возможная длина линии, км
35	400	70–95	24,2	125
	600	120–150	37,2	85
	800	185–240	48,5	63
	1 000	300–500	60,5	50
110	800	185–240	142	200
	1 000	300–500	190	159

Изоляторы, на которых подвешен трос, должны быть зашунтированы промежутками размером не менее:

60 мм – при одном изоляторе;

100 мм – при двух изоляторах;

150 мм – при четырех изоляторах.

5.8.10. Наиболее распространенными схемами плавки гололеда на тросах являются:

«трос – земля». Эта схема применяется в основном для обогрева тросовых подходов к подстанциям, непротяженных ВЛ 35, 110 кВ и отдельных участков ВЛ 220 кВ;

«трос – трос». Эта схема применяется для обогрева тросов ВЛ 220 кВ и выше с двумя грозозащитными тросами.

5.8.11. Значение тока и продолжительность, необходимые для плавки гололеда переменным током на медных, алюминиевых и сталеалюминиевых проводах и грозозащитных тросах, приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Ток плавки и ток, предупреждающий образование гололеда

Марка и сечение провода, мм^2		Ток плавки гололеда, А*, при ее продолжительности, мин					Ток, предупреждающий образование гололеда, А**
ГОСТ 839–80Е, ГОСТ 839–74	ГОСТ 839–59, ТУ	30	40	60	80	100	
М50	М-50	410	371	331	309	295	–
М70	М-70.	505	457	406	374	361	–
М95	М-95	623	562	498	463	431	–
М120	М-120	724	652	577	535	509	–
М150	М-150	824	748	656	604	568	–
А25	А-25	205	187	168	158	151	–
А35	А-35	255	232	208	194	186	–
А50	А-50	312	284	252	234	222	–

Окончание табл. 5.4

Марка и сечение провода, мм^2		Ток плавки гололеда, А*, при ее продолжительности, мин					Ток, предупреждающий образование гололеда, А**
ГОСТ 839–80Е, ГОСТ 839–74	ГОСТ 839–59, ТУ	30	40	60	80	100	
А70	А-70	387	350	310	287	267	–
А95	А-95	472	428	372	344	332	–
АС 35/6,2	АС-35	262	238	216	199	190	–
АС 50/8,0	АС-50	330	300	267	249	237	160
АС 70/1 1	АС-70	407	370	328	306	291	205
АС 95/16	АС-95	510	472	398	370	352	244
АС 120/19	АС-120	565	509	450	417	396	275
АС 150/24	АС-150	657	596	525	485	462	325
АС 185/29	АС-185	747	675	597	553	524	375
АС 240/39	АС-240	863	780	690	640	606	440
АС 300/39 АС 300/48	АСО-300 АС-300	890	800	710	666	630	490
АС 400/51 АС 400/93	АСО-400 АСУ-400	1 045	950	854	798	750	600
АС 500/64	АСО-500	1 125	1 060	970	920	875	680

* Приведен для гололеда диаметром 5 см при температуре воздуха минус 5 °С и скорости ветра 5 м/с.

** Приведен для температуры воздуха минус 5 °С и скорости ветра 5 м/с.

Минимальное значение тока, при котором может быть осуществлена плавка гололеда, составляет 0,85 значения длительно допустимой нагрузки на ВЛ.

Значение тока плавки гололеда на стальных проводах и тросах может быть ориентировочно принято, исходя из плотности тока 2 А/мм^2.

5.8.12. При создании схем для плавки гололеда токами короткого замыкания не рекомендуется пользоваться для заземления заземляющими контурами электростанций и подстанций. Заземление проводов ВЛ должно быть независимым.

5.8.13. Для закорачивания фаз или установки заземлений при сборке схем плавки гололеда рекомендуется применять стационарные коммутационные аппараты с ручным или дистанционным управлением.

5.8.14. Схемы плавки гололеда должны быть разработаны для каждой ВЛ с указанием необходимого для плавки гололеда значения тока, максимального тока, допустимого по техническому состоянию элементов ВЛ и оборудования подстанций, материалов и оборудования.

5.8.15. При необходимости удаления гололеда на небольших участках ВЛ, когда применение плавки гололеда невозможно, рекомендуется производить механическую очистку проводов (тросов).

Для механической очистки проводов и тросов от гололеда могут быть применены следующие способы:

сбивание гололеда деревянными, бакелитовыми, стеклопластиковыми шестами;

срезание гололеда металлическим крюком (например, четырехгранным), протаскиваемым по проводу с помощью двух шестов;

срезание гололеда металлическим тросиком, перекинутым через провод или трос, концы которого тянут два человека, идущие вдоль ВЛ;

очистка гололеда с помощью деревянной рогатки, которая накидывается на провод или трос и протаскивается вдоль очищаемого пролета с помощью веревки.

Удаление гололеда с провода может производиться как на отключенной ВЛ, так и на ВЛ, находящейся под напряжением. В последнем случае используются шесты и канаты из изоляционного материала.

5.9. Восстановление обозначений, предупредительных плакатов и сигнальных знаков

5.9.1. На опорах ВЛ должны периодически восстанавливаться постоянные знаки – номер опоры, номер линии (условное обозначение), расцветка фаз, предупредительные плакаты, а на берегах в местах пересечения с судоходной или сплавной рекой, каналом или водохранилищем – сигнальные знаки.

5.9.2. Работы по массовому восстановлению обозначений, предупредительных плакатов и сигнальных знаков должны производиться при очередных капитальных ремонтах ВЛ.

При неисправности (исчезновении) обозначений или плакатов на отдельных опорах ВЛ они должны быть восстановлены при очередном осмотре ВЛ.

5.9.3. Постоянные обозначения и предупредительные плакаты могут выполняться из металла или наноситься по трафарету на поверхность металлических и железобетонных опор атмосферостойкой краской. При осмотрах ВЛ с вертолетов или самолетов размеры цифр и букв обозначений опор для возможности прочтения их рекомендуется принимать по высоте 25–30 см.

5.10. Оформление работ по капитальному ремонту

5.10.1. Законченные работы капитального ремонта должны приниматься службой линий или техническим руководством предприятия электрических сетей, о чем делается отметка в плане-графике, находящемся у мастера по линии и в службе линий или в плановом отделе предприятия.

При выполнении работ, не предусмотренных планом-графиком, делается соответствующая отметка или дополнение в плане-графике.

5.10.2. Помимо отметок в планах-графиках все работы, произведенные на ВЛ, следует оформлять записью в журнале учета работ на ВЛ (см. прил. 5). В записях в журнале учета работ на ВЛ должен быть указан объем выполненной работы, дата выполнения работы, фамилии электромонтеров и производителя работ.

Ежегодно в паспорте линии (см. прил. 5) должны быть отражены все основные выполненные работы (замена опор, проводов и тросов и т. п.) и изменения характеристики ВЛ (новые пересечения, переустройства и т. п.).

6. АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ НА ВЛ

6.1. Аварийно-восстановительные работы на ВЛ должны производиться в неплановом порядке. Объем работ по ликвидации аварийных повреждений следует определять на основе данных о характере и объеме повреждений, местах повреждений.

6.2. На ПЭС должны быть разработаны организационно-технические мероприятия по сокращению продолжительности аварийных простоев ВЛ и быстрейшему вводу их в работу, в частности, должно быть проведено обучение персонала методам и технологии производства восстановительных работ (противоаварийные тренировки), подготовлены материалы и оборудование, транспортные средства, намечены маршруты скорейшей доставки бригад к месту работ, отлажена четкая связь между диспетчером и руководителями работ, производителями работ и бригадами.

6.3. Для сокращения продолжительности обесточения ВЛ и аварийного недоотпуска электроэнергии потребителям рекомендуется:

а) переходить на работу ВЛ 110–220 кВ двумя фазами с отключением поврежденной фазы (неполнофазный режим работы ВЛ);

б) производить пофазный ремонт ВЛ 35–220 кВ, т. е. выполнять работы на отключенной фазе при передаче мощности по двум другим фазам.

Неполнофазный режим и пофазный ремонт должны выполняться согласно требованиям специальных инструкций.

Для перевода ВЛ на работу двумя фазами должно быть обеспечено пофазное управление выключателем или разъединителем на питающей стороне и разъединителем на приемной стороне. Отключение поврежденной фазы разъединителем с приемной стороны следует осуществлять на полностью обесточенной ВЛ.

Если ВЛ осталась отключенной вследствие однофазного замыкания на землю, перевод ВЛ на работу двумя фазами в зависимости от местных условий может быть произведен немедленно после установления вида замыкания или после проверки линии с помощью приборов для определения места повреждения.

Предельная мощность, которая может быть передана по двум фазам ВЛ, должна быть определена расчетом и испытанием по условиям асимметрии токов в генераторах, влияния на линии связи, автоблокировки и пр.

6.4. Для ликвидации повреждений на ВЛ в энергоуправлениях (объединениях) и регионах должны быть созданы аварийные запасы древесины, проводов, изоляторов, арматуры и других материалов согласно действующим нормам. Использование материалов аварийного запаса для плановых ремонтов не допускается.

6.5. Аварийный запас материалов и оборудования создается за счет средств, выделяемых на строительство новых воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

Допускается пополнение аварийного запаса за счет средств, выделяемых на капитальный ремонт. Для пополнения аварийного запаса могут использоваться материалы и оборудование, оставшиеся неповрежденными при аварии и демонтированные в процессе ее ликвидации.

6.6. Аварийный запас для ВЛ 35 кВ, создаваемый в энергоуправлении, следует определять, исходя из общей протяженности (по трассе) ВЛ 35 кВ и соответствующего материала опор, находящихся на балансе энергоуправления.

Аварийный резерв для ВЛ 35 кВ, создаваемый в регионе, следует определять, исходя из общей протяженности ВЛ того же класса напряжения и материала опор в энергосистемах в составе региона.

При изменении протяженности ВЛ (после ввода в эксплуатацию новых ВЛ или приема ВЛ от других министерств и ведомств) объем аварийного запаса необходимо корректировать в соответствии с нормами.

6.7. Аварийный запас материалов для ВЛ 110–750 кВ должен создаваться во всех энергоуправлениях (объединениях).

Нормы аварийного запаса установлены из расчета на каждые 100 км вновь сооружаемой ВЛ. При протяженности ВЛ, меньшей или большей 100 км, количество материалов аварийного запаса изменяется пропорционально длине ВЛ (с округлением до целого числа).

6.8. Виды и типы материалов, предназначенных для создания аварийного запаса для ВЛ 35 кВ и выше, должны устанавливаться проектной организацией с учетом распространенных в пределах энергоуправления (объединения) и наиболее повреждаемых элементов ВЛ.

6.9. Строительные организации при заказе материалов и оборудования для строительства ВЛ 35 кВ и выше должны включать в заявку эти материалы и оборудование, предназначенные для создания аварийного запаса, с последующей передачей их со своего баланса на баланс энергоуправлений (объединений).

6.10. В случае прохождения вновь проектируемой ВЛ 35 кВ и выше по территории двух или нескольких энергоуправлений (объединений) аварийный запас материалов, приобретаемый для этой линии, распределяется между энергоуправлениями (объединениями) пропорционально длине проходящей по их территории линии.

6.11. В энергоуправлении (объединении) на основе передаваемых ему материалов аварийного запаса для ВЛ 35 кВ и выше должен быть создан аварийный запас для всех обслуживаемых им ВЛ указанных классов напряжений. Аварийный запас определяется, исходя из суммарной протяженности этих ВЛ в пределах энергоуправления (объединения).

6.12. Количество, виды и типы материалов аварийного запаса для ВЛ 35 кВ и выше должны утверждаться руководством энергоуправления (объединения).

Руководству энергоуправления (объединения) предоставляется право определять виды и типы опор, марки проводов, грозозащитных тросов, линейной арматуры и изоляторов аварийного запаса, исходя из характеристик эксплуатируемых энергоуправлением (объединением) и сооружаемых ВЛ, ориентируясь на наиболее распространенные в пределах энергоуправления (объединения) и наиболее повреждаемые элементы ВЛ.

6.13. Запас материалов, израсходованных при аварийно-восстановительных работах на ВЛ 35 кВ и выше, необходимо пополнять в кратчайший срок.

Для пополнения аварийного запаса должны быть использованы материалы, оборудование, элементы опор, оставшиеся неповрежденными и демонтированные в процессе ликвидации аварии.

Допускается восстановление аварийного запаса за счет средств, выделяемых на капитальный ремонт.

6.14. Объем, номенклатура, схема размещений и порядок хранения аварийного запаса региона должны устанавливаться территориальным департаментом аварийного запаса энергоуправления – энергоуправлением. Аварийный запас региона размещается на складах энергоуправления; аварийный запас энергоуправления может размещаться на складах энергоуправления или его энергопредприятий.

Места хранения аварийного запаса должны определяться по схеме организации эксплуатации энергообъединения.

6.15. Материалы аварийного запаса должны храниться в специально отведенных местах. Запрещается хранение аварийного запаса вместе с материалами и оборудованием, предназначенными для выполнения капитального ремонта.

6.16. В местах хранения аварийного запаса должен находиться перечень его с указанием объема по нормам и фактического наличия, а также видов и типов материалов запаса.

6.17. Хранение и размещение аварийного запаса материалов должно обеспечить его исправное состояние и возможность быстрого получения и доставки на трассу ВЛ в аварийных случаях.

Древесину следует хранить в штабелях, железобетонные опоры и приставки – в штабелях с прокладками между слоями, провод – на барабанах или в бухтах под навесом.

6.18. Техническое состояние аварийного запаса должно проверяться персоналом службы линий не реже двух раз в год. При обнаружении каких-либо нарушений в комплектовании или хранении аварийного запаса должны быть немедленно приняты меры по их устранению.

Аварийный запас древесины рекомендуется заменять новым, из поступающего для капитального ремонта, не реже 1 раза в 2 года.

6.19. При ликвидации аварий, связанных с массовыми повреждениями ВЛ, в первую очередь должен расходоваться аварийный запас энергоуправления, а в случае его нехватки – аварийный запас соответствующего региона.

При массовых повреждениях, которые не могут быть ликвидированы за счет аварийных запасов энергоуправлений и регионов, руководству энергоуправления следует организовать получение недостающего количества материалов от строительных организаций или заводов стройиндустрии.

6.20. При разрушениях ВЛ, вызванных стихийными бедствиями (гололед, наводнение, ледоход, ураган, лесной пожар и др.), или при возникновении угрозы их разрушения руководству ПЭС, в ведении которых находятся эти ВЛ, рекомендуется при необходимости обратиться за помощью в местные органы исполнительной власти, которые в пределах своих полномочий могут привлекать граждан, транс-

портные средства и механизмы к работам по предотвращению и ликвидации разрушений этих ВЛ. Оплата восстановительных работ производится ПЭС.

6.21. В соответствии с требованиями Правил охраны электрических сетей для ликвидации аварий на ВЛ разрешается вырубка отдельных деревьев в лесных массивах и на лесозащитных полосах, прилегающих к трассе этих ВЛ, с последующим оформлением лесорубочных билетов (ордеров).

7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЛ

7.1. Работы на ВЛ должны выполняться с соблюдением требований «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок». (М.: Энергоатомиздат, 1986).

7.2. Основными требованиями безопасности работ при эксплуатации ВЛ, подлежащими безусловному выполнению, являются следующие:

а) для работ со снятием напряжения:

выполнение технических мероприятий по отключению ВЛ, обеспечивающих невозможность подачи рабочего напряжения к месту работы;

проверка отсутствия напряжения на рабочем месте;

правильность установки заземлений на рабочем месте;

выполнение технических мероприятий по обеспечению напряжения на проводах и грозозащитных тросах отключенных и заземленных, а также строящихся ВЛ не более 42 В при работах вблизи ВЛ переменного тока, находящихся под напряжением, и на одной отключенной и заземленной цепи многоцепной ВЛ, когда другие цепи находятся под напряжением;

б) для работ под напряжением на токоведущих частях:

выполнение работ согласно специальным инструкциям и технологическим картам, предусматривающим необходимые меры безопасности;

применение средств защиты, удовлетворяющих требованиям действующих Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках;

применение индивидуальных экранирующих комплектов, обеспечивающих защиту от вредного влияния электрического поля;

в) для работ без снятия напряжения на нетоковедущих частях:

запрещение приближаться к токоведущим частям ВЛ на расстояния, меньшие допустимых;

запрещение подниматься на опору или конструкцию при осмотре ВЛ или воздушного переключательного пункта;

применение мер по защите от воздействия электрического поля ВЛ переменного тока;

г) все виды работ на ВЛ должны выполняться только по нарядам или распоряжениям;

д) при осмотре ВЛ в темное время суток идти под проводами не разрешается;

е) подниматься на опору и работать на ней разрешается только в тех случаях, когда имеется полная уверенность в достаточной прочности опоры, в частности ее основания;

ж) способы валки и установки опоры, необходимость и способы ее укрепления во избежание отклонения опоры должны быть разработаны до начала производства работ;

з) опоры, не рассчитанные на одностороннее тяжение проводов и грозозащитных тросов и временно подвергаемые такому тяжению, должны быть укреплены во избежание их падения;

и) при замене деталей опор должна быть исключена возможность смещения или падения опоры;

к) выбирать схему подъема груза и размещать блоки следует с таким расчетом, чтобы не возникали усилия, которые могут вызвать повреждения опоры.

8. ПРИЕМКА ВЛ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

8.1. Наблюдение за ВЛ в период строительства

8.1.1. При сооружении на территории электрических сетей новых ВЛ, предназначенных для передачи в эксплуатацию предприятию, его инженерно-технический персонал обязан:

внимательно ознакомиться (до начала работ) с проектной документацией на сооружаемую ВЛ;

организовать периодический технический надзор за производством строительных и монтажных работ на период сооружения ВЛ.

8.1.2. При сооружении новой ВЛ, имеющей принципиальные конструктивные отличия от эксплуатируемых, или применении новых методов монтажных работ руководство электрических сетей должно откомандировать электромонтеров и мастеров на строительство для ознакомления с новым оборудованием и практического освоения новых методов монтажа, инструмента и механизмов.

8.1.3. Для осуществления технического надзора должны быть выделены квалифицированные, с большим опытом работы электромонтеры и инженерно-технические работники электрических сетей. Они должны быть тщательно проинструктированы о порядке надзо-

ра, наиболее часто встречающихся недостатках и т. д. Периодичность технического надзора устанавливается главным инженером электрических сетей.

8.1.4. При проведении технического надзора особое внимание должно быть обращено на выполнение скрытых работ – правильность заглубления железобетонных опор, установку предусмотренных в проекте ВЛ ригелей, тщательность уплотнения пазух котлованов гравийно-песчаной смесью, отсутствие загнивших деталей деревянных опор, правильность монтажа соединений и пр.

8.1.5. О всех обнаруженных дефектах и недоделках при производстве строительно-монтажных работ представители электрических сетей должны на месте работ немедленно сообщить ответственному представителю строительно-монтажной организации для своевременного их устранения и по возвращении с линии – в службу линии своего предприятия.

8.2. Приемка ВЛ в эксплуатацию

8.2.1. По окончании работ на сооружаемой ВЛ строительно-монтажная организация в письменной форме извещает энергоуправление о готовности ВЛ к сдаче в эксплуатацию и включению под напряжение.

8.2.2. Запрещается приемка в эксплуатацию ВЛ:

с дефектами и недоделками строительства и монтажа;

с отступлениями от утвержденного проекта, нормативных документов (стандартов, строительных норм и правил и т. п.) или состава пускового комплекса, не согласованными с заказчиком и проектной организацией;

без проведения испытаний и проверки объектов, относящихся к ВЛ.

8.2.3. Для приемки ВЛ в эксплуатацию должна быть назначена приемочная комиссия из представителей заказчика, генерального подрядчика, генерального проектировщика, органов государственного санитарного надзора, органов государственного пожарного надзора, органов по использованию и охране водных ресурсов, технической инспекции Совета профсоюзов, профсоюзной организации заказчика и финансирующего банка.

Председатель приемочной комиссии должен утверждаться органом, назначающим приемочную комиссию.

8.2.4. До предъявления ВЛ приемочной комиссии должна быть произведена ее приемка рабочими комиссиями, назначаемыми заказчиком из представителей заказчика (председателя комиссии), генерального подрядчика, субподрядных организаций, проектной организации, технической инспекции профсоюзов, профсоюзной орга-

низации заказчика, органа государственного санитарного надзора; по решению заказчика к работе рабочих комиссий могут привлекаться представители других заинтересованных организаций.

8.2.5. Рабочие комиссии до предъявления заказчиком приемочной комиссии ВЛ к приемке в эксплуатацию обязаны:

проверить соответствие объемов выполненных строительно-монтажных работ проекту, сметной документации, нормативным документам;

произвести детальный осмотр и проверку линии, ее элементов, зданий, сооружений и оборудования, входящих в комплекс ВЛ, с выборочной проверкой скрытых работ;

произвести проверку качества выполненных строительно-монтажных работ, дать им и проектным работам оценки;

составить протоколы испытаний, ведомости с перечислением всех обнаруженных дефектов и недоделок.

8.2.6. Рабочие комиссии имеют право:

образовать в случае необходимости специализированные подкомиссии по проверке готовности отдельных элементов ВЛ;

производить в необходимых случаях контрольные испытания отдельных элементов ВЛ;

проверять в необходимых случаях качество произведенных скрытых работ (закладка фундаментов, соединение проводов, устройство контуров заземлений и т. п.) по данным, указанным в актах приемки скрытых работ, представленных генеральным подрядчиком, правильность указанных в актах результатов испытаний и необходимых измерений (сопротивления заземлений, изоляции, соединений проводов, отметок фундаментов опор и т. п.).

8.2.7. Работы, связанные с выявлением возможных скрытых дефектов (частичные вскрытия фундаментов, контуров заземления и др.), и контрольные испытания, производимые по решению приемочной или рабочей комиссии, должны выполняться силами строительно-монтажной организации за счет заказчика, а работы, связанные с устранением выявленных при приемке дефектов, недоделок строительства и монтажа ВЛ, – силами и за счет средств строительно-монтажной организации. При этом к работе должны привлекаться в установленном порядке инженерно-технические работники и рабочие подрядчика и его субподрядных организаций, а также их транспорт, механизмы, приборы, инструменты и приспособления.

До момента принятия ВЛ в эксплуатацию приемочной комиссией строительно-монтажная организация несет ответственность за безопасное проведение работ по выявлению и устранению дефектов и недоделок, контрольных испытаний и работ, производимых по решению приемочной или рабочей комиссии.

8.2.8. Для ускорения работ по сдаче-приемке ВЛ строительно-монтажная организация по договоренности с эксплуатирующей организацией может предъявлять к приемке рабочим комиссиям отдельные законченные строительством участки ВЛ, ограниченные с обеих сторон подстанциями, переключательными пунктами или участками, врезанными в действующие линии. По договоренности с заказчиком разрешается предъявлять к осмотру и проверке отдельные законченные строительством анкерные участки.

8.2.9. Законченные строительством отдельно стоящие сооружения подсобного производственного или обслуживающего назначения, входящие в комплекс строительства ВЛ (ремонтные базы, монтерские пункты, склады, гаражи, санитарно-бытовые помещения и др.), могут быть введены в действие в процессе строительства ВЛ по мере их готовности при условии приемки их рабочими комиссиями в эксплуатацию вместе со смонтированным в них оборудованием.

8.2.10. Устранение дефектов и недоделок в соответствии с ведомостью дефектов и недоделок производится строительно-монтажной организацией, осуществляющей строительство ВЛ, до подписания рабочей комиссией актов приемки ВЛ (здания, сооружения или оборудования).

После сообщения строительно-монтажной организацией об устранении перечисленных в ведомости дефектов и недоделок рабочая комиссия должна убедиться в их устранении и только после этого составить акт приемки.

8.2.11. Генеральный подрядчик обязан представить рабочим комиссиям следующую документацию:

список организаций, участвовавших в производстве строительно-монтажных работ, с указанием выполненных ими видов работ;

ведомость объектов, предъявляемых к приемке;

ведомость отступлений от утвержденного проекта; в ведомости перечисляются лишь важнейшие принципиальные отклонения с указанием причин, вызвавших эти отклонения, и ссылкой на акты, протоколы, заключения экспертизы и другие документы, их обосновывающие;

ведомость недоделок строительных и монтажных работ. Ведомость составляется до начала приемки, один ее экземпляр прилагается к сообщению о готовности ВЛ к приемке. Все не законченные строительством сооружения, непосредственно относящиеся к сдаваемой ВЛ, несмотря на то, что они представляют самостоятельные объекты, учитываются как недоделки и вносятся в отдельную ведомость;

комплект рабочих чертежей на строительство предъявляемой к приемке ВЛ, разработанных проектными организациями, с подпи-

сью лиц, ответственных за производство строительно-монтажных работ, о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или внесенным изменениям в рабочие чертежи. Указанный комплект рабочих чертежей является исполнительной документацией;

паспорт ВЛ;

трехлинейную схему ВЛ с нанесением расцветки фаз, транспозиции проводов и номеров всех опор;

журналы работ по устройству фундаментов под опоры;

журналы работ по монтажу опор;

журналы по монтажу заземления опор;

акты приемки скрытых работ по фундаментам и заземлению опор;

журналы всех видов соединений проводов и грозозащитных тросов, в том числе и сварных;

журналы монтажа натяжных и ремонтных зажимов проводов и грозозащитных тросов;

журналы монтажа проводов и грозозащитных тросов в анкерных участках;

акты (протоколы) измерений и осмотров переходов и пересечений, составленные строительно-монтажной организацией совместно с представителями заинтересованных организаций;

протоколы измерений заземляющих устройств опор;

перечень аварийного запаса материалов и оборудования, передаваемого на баланс эксплуатирующей организации.

Вся перечисленная документация после окончания работы рабочей комиссии должна храниться у эксплуатирующей организации.

8.2.12. Эксплуатирующая организация помимо документации, перечисленной в п. 8.2.11, предъявляет приемочной комиссии следующие материалы:

утвержденную проектно-сметную документацию, технический (технорабочий) проект, а также технические проекты отдельных участков ВЛ (сложных переходов, отдельных сложных участков трассы и т. д.);

акты рабочих комиссий о приемке ВЛ, зданий, сооружений, оборудования и ведомости отступлений от проекта и нормативных документов;

документацию по отводу земель под трассу ВЛ, согласованную с соответствующими организациями;

перечень проектных организаций, участвовавших в проектировании ВЛ, предъявляемой к сдаче;

справку о соответствии фактической стоимости строительства ВЛ, предусмотренной в утвержденном проекте;

справки проектных и строительно-монтажных организаций о применении на построенной ВЛ новых технических решений;

полный перечень (опись) документации, передаваемой эксплуатирующей организацией приемочной комиссии.

8.2.13. Приемочная комиссия должна проверить всю документацию, переданную ей заказчиком, установить полноту документации и соответствие ее сдаваемой ВЛ и ее объектам, проверить отступления от проекта, сделанные в процессе сооружения ВЛ, документацию по отступлениям и их обоснованность и дать свое заключение по этому вопросу.

8.2.14. На основании актов и других документов рабочих комиссии, а также на основании личных осмотров ВЛ, ознакомления с технической документацией приемочная комиссия должна составить ведомость недоделок, подлежащих устранению на ВЛ к моменту ее включения, с календарными сроками исполнения, определить качество работ, соответствие их проекту, а также готовность ВЛ к передаче в эксплуатацию.

Приемочная комиссия должна дать оценку качеству строительно-монтажных и проектных работ.

8.2.15. Устранение обнаруженных дефектов и недоделок должно быть произведено до подписания акта приемки приемочной комиссией.

8.2.16. Приемочная комиссия после проверки предъявленной к сдаче ВЛ, рассмотрения технической документации должна дать письменное разрешение на включение ВЛ под номинальное напряжение.

Включение принимаемой в эксплуатацию ВЛ под напряжение должно производиться эксплуатационным персоналом после получения разрешения приемочной комиссии и письменного уведомления от строительной организации о том, что люди с ВЛ удалены, заземления с проводов и грозозащитных тросов сняты и ВЛ подготовлена к включению под напряжение.

Передаваемая нагрузка по ВЛ должна устанавливаться приемочной комиссией в зависимости от наличия передаваемой и потребляемой мощностей к моменту ее включения.

8.2.17. При безотказной работе ВЛ под номинальным напряжением и под нагрузкой непрерывно в течение 24 ч приемочная комиссия оформляет акт передачи ВЛ в эксплуатацию, после чего ВЛ переходит в ведение эксплуатирующей организации.

8.2.18. Если к моменту приемки ВЛ отсутствует возможность включения ее под номинальное напряжение, органом, назначавшим приемочную комиссию, должна быть утверждена пусковая схема с включением ВЛ на пониженное напряжение. В этом случае ВЛ включается на пониженное напряжение, и приемочная комиссия после безотказной работы ВЛ в течение 24 ч в решении акта отмечает приня-

тие в эксплуатацию ВЛ на этом напряжении. В дальнейшем перевод ВЛ на номинальное напряжение осуществляется по указанию органа, назначавшего приемочную комиссию.

8.2.19. Акт приемки в эксплуатацию линии электропередачи должен быть рассмотрен и утвержден органом, назначившим приемочную комиссию, не позднее чем в месячный срок после представления акта.

8.2.20. При приемке ВЛ в эксплуатацию изменение предусмотренных проектом технико-экономических показателей, как правило, не допускается. В исключительных случаях изменение этих показателей может быть допущено лишь органом, утверждающим акт приемки ВЛ в эксплуатацию, по представлению приемочной комиссии.

8.2.21. Приемочной комиссии, если по ее мнению ВЛ не может быть принята в эксплуатацию, следует представить мотивированное заключение об этом в орган, назначивший комиссию, а копию – заказчику и генеральному подрядчику.

8.2.22. Акт приемки ВЛ комиссией является основанием для включения в отчеты сведений о вводе ВЛ в эксплуатацию.

Дата подписания акта приемочной комиссией считается датой ввода ВЛ в эксплуатацию. С момента подписания указанного акта ВЛ считается принятой заказчиком (эксплуатирующей организацией) и он несет ответственность за нее.

8.2.23. Следует учесть, что Министерству топлива и энергетики РФ, местным органам исполнительной власти, руководителям предприятий, учреждений и организаций предоставлено право в случае нарушения правил приемки ВЛ в эксплуатацию привлекать председателей и членов комиссий, а также лиц, понуждающих к приемке в эксплуатацию объектов с нарушением правил, к административной, дисциплинарной и иной ответственности в соответствии с действующим законодательством.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ, РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЛ

9.1. На ВЛ по мере необходимости производятся работы по ее техническому перевооружению, реконструкции, модернизации.

9.2. Работы по техническому перевооружению, реконструкции и модернизации ВЛ производятся на основании проектно-сметной документации, разработанной по результатам обследования, испытания и оценки технического состояния ВЛ или их элементов.

Обследование ВЛ или их элементов производится заказчиком (владельцем ВЛ) своими силами или по договору с ним специали-

зированными, проектными, научно-исследовательскими и другими организациями. Обследование производится полностью всей ВЛ (или отдельных ее элементов) или выборочно в соответствии с требованиями действующих Методических указаний по обследованию ВЛ 35 кВ и выше, подлежащих техническому перевооружению, реконструкции и модернизации.

9.3. Техническое перевооружение включает мероприятия по повышению технико-экономического уровня ВЛ, внедряемые на основе передовой техники и технологии, замены устаревших и физически изношенных конструкций и оборудования новыми, более совершенными. Техническое перевооружение выполняется, как правило, в пределах охранной зоны существующей ВЛ.

К техническому перевооружению ВЛ относятся:

снос линии и сооружение взамен ее новой того же или более высокого класса напряжения в связи с физическим или моральным старением существующей ВЛ или необходимостью повышения ее пропускной способности;

перевод линии на более высокое напряжение (не предусмотренный проектом) для повышения ее пропускной способности;

замена воздушной линии (участка) кабельной в целях повышения надежности или снижения воздействия на окружающую среду;

подвеска вторых цепей или дополнительных проводов в фазе в целях повышения пропускной способности;

подвеска грозозащитных тросов на существующих опорах для повышения надежности;

сплошная замена проводов, грозозащитных тросов новыми большего сечения в целях повышения пропускной способности ВЛ, надежности проводов и тросов;

оборудование участков ВЛ устройствами зашиты от влияния электрического поля для обеспечения безопасности обслуживания ВЛ на участках пересечения с ВЛ 330–1150 кВ;

оборудование опор устройствами защиты от птиц в целях обеспечения требований по охране окружающей среды и повышения надежности ВЛ.

9.4. Реконструкцией ВЛ называется их переустройство или внесение значительных изменений в их конструктивное исполнение.

К реконструкции ВЛ относятся:

сплошная замена дефектных (неисправных) опор новыми (из того же или другого материала, другого типа) на участках ВЛ общей длиной более 15 % протяженности ВЛ или при общем количестве заменяемых опор более 30 % от установленных на ВЛ в целях повышения надежности ВЛ;

подставка опор в пролетах ВЛ или замена опор более прочными для повышения надежности ВЛ путем приведения ее характеристики к современным нормативным требованиям, содержащимся в ПУЭ, ПТЭ, а также учета действующих региональных карт и физических внешних нагрузок.

9.5. Модернизацией ВЛ называются мероприятия по повышению их технико-экономических показателей, улучшению условий эксплуатации, повышению надежности и безопасности обслуживания за счет замены или изменения конструкций оборудования, а также совершенствования отдельных узлов или элементов.

К модернизации ВЛ относятся:

усиление опор (без их замены) путем установки ветровых связей, ригелей, замены отдельных элементов более прочными в целях приведения характеристики ВЛ к современным нормативным требованиям в соответствии с фактическими нагрузками;

замена дефектного провода (грозозащитного троса) новым той же или другой марки на участках ВЛ при их длине не более 15 % общей протяженности ВЛ в целях повышения надежности ВЛ;

замена изоляторов более надежными (при том же или увеличенном количестве изоляторов), подвеска дополнительных изоляторов или замена изоляторов нормального исполнения грязестойкими на участках ВЛ в целях повышения надежности;

замена распорок или другой линейной арматуры новыми более надежными типами на участках ВЛ для повышения надежности ВЛ.

9.6. Приемка в эксплуатацию ВЛ после ее технического перевооружения, реконструкции и модернизации производятся в соответствии с «Правилами приемки в эксплуатацию энергообъектов электростанций, электрических и тепловых сетей после технического перевооружения: ПР 34-70-002–83» (М.: СПО Союзтехэнерго, 1983).

Приложение 1

НОРМАТИВЫ КОМПЛЕКТОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ, СПЕЦМЕХАНИЗМАМИ И ТРАКТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ[1]

Наименование	Расчетный норматив, ед.	
	для ВЛ напряжением 35–750 кВ (в среднем на 1 000 км линий)	на каждые 1 000 км ВЛ 0,38–750 кВ
Автомобиль грузовой ГАЗ-66	0,80	1,62
Автомобиль грузовой ГАЗ-52	–	1,04
Автомобиль грузовой УРАЛ-375	0,55	0,09
Автомобиль грузовой ЗИЛ-131, ЗИЛ-157К, КамАЗ-4310	0,67	0,45
Автомобиль грузовой ЗИЛ-130	–	0,25
Автомобиль легковой повышенной проходимости УАЗ-469, УАЗ-452	0,58	3,29
Вездеход гусеничный ГТТ, АТЛ, ГАЗ-71	0,67	0,18
Тягач КРАЗ-255Б, КРАЗ-255В, КРАЗ-258В	0,67	0,12
Автобус средней вместимости	–	0,12
Самосвал ММЗ-555	0,67	0,12
Снегоход «Буран»	–	0,11
Автокран грузоподъемностью до 16 т	0,08	1,27
Автобуровая машина	0,19	0,43
Телескопическая вышка высотой подъема 26 м	1,05	0,24
Телескопическая вышка высотой подъема до 15 м	–	0,45
Автогидроподъемник АГП-12, АГП-18, МШТС	–	1,10
Электромеханическая мастерская АПЭМ-2 или кабельная мастерская	–	0,40
Электролаборатория ЭТЛ-35-02 или универсальная ПКЛС-10-02 на автомобиле ГАЗ-66	–	0,61
Электролаборатория ЭТЛ-10 на автомобиле ГАЗ-66	–	0,35
Автоцистерна на автомобиле УРАЛ-375 или КРАЗ-255	–	0,033

[1] Утверждены Минэнерго СССР 25.04.91 г.

Продолжение

Наименование	Расчетный норматив, ед.	
	для ВЛ напряжением 35–750 кВ (в среднем на 1 000 км линий)	на каждые 1 000 км ВЛ 0,38–750 кВ
Трактор гусеничный с тяговым усилием 6–10 тс	–	1,23
Бульдозер на тракторе Т-130	0,30	0,05
Кусторез. корчеватель на тракторе Т-130 или ДТ-75	0,60	0,10
Кусторез на колесном тракторе МТЗ-82	–	0,23
Трактор колесный Т-40, Т-150К	–	0,63
Трактор «Беларусь» с навесными устройствами	0,67	0,45
Телескопическая вышка на тракторе Т-100 типа ВВ-27С (ВТ-26М)	–	0,01
Прицеп-тяжеловоз (трейлер) грузоподъемностью 40–60 т	0,67	0,12
Автоприцеп двухосный грузоподъемностью 5 т	0,80	1,51
Автоприцеп-роспуск одноосный грузоподъемностью 1,5–3 т	0,80	0,75
Прицеп тракторный двухосный грузоподъемностью 4 т типа 2ПТС-4-887А	–	0,66
Вагон-общежитие ПО-8	0,67	0,32
Передвижная электроподстанция на прицепе	0,67	0,78
Опоровоз саморазгружающийся ОВС-70 или стволовоз ТМЗ-803	0,67	0,45
Передвижной компрессор производительностью 5–10 $м^3$	0,67	0,78

Примечания: 1. Для обслуживания ВЛ напряжением 500–750 кВ предусматривается дополнительно на каждые 1 000 км ВЛ указанного напряжения одна телескопическая вышка на тракторе Т-100 типа ВВ-27С (ВТ-26М).

2. В районах Сибири и Крайнего Севера предусматривается по два снегохода «Буран» на 1 000 км ВЛ напряжением 35–750 кВ и распределительных сетей.

3. При протяженности ВЛ, проходящих в горных и труднодоступных районах, более 30 % общей протяженности линий в зоне обслуживания предусматривается дополнительно по одному вездеходу на 1 000 км ВЛ напряжением 35–750 кВ и распределительных сетей.

4. При протяженности ВЛ напряжением 35–750 кВ в районах с III-IV степенью загрязненности атмосферы (согласно «Инструкции по проектированию изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой».– М.: СПО Союзтехэнерго, 1984), превышающей 300 км, предусматривается для обмыва изоляции дополнительно одна автоцистерна на автомобиле повышенной проходимости (УРАЛ-375 или КРАЗ-255).

ТАБЕЛИ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДСТВАМИ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ, ТАКЕЛАЖНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ, РУЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ И ПРИБОРАМИ ДЛЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35–750 кВ*

Наименование	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Средний срок службы, год	Количество, шт/100 км	
			дня оснащения ПЭС	для замены изношенного парка
Стрела для подъема опор	–	5	0,08	0,016
Бензомоторная пила	«Урал», МП-5, «Дружба», «Тайга»	5	0,32	0,064
Электронасос	ГНОМ-10-10, ГНОМ-25-20	6	0,16	0,027
Машина для ввертывания электродов в грунт или	УВЭГ-16, ТУ 34-836–73	5	0,16	0,032
машина пневмоударная для погружения электродов в грунт	ПУМ-3, ТУ 34-13-10015–79			
Домкрат винтовой для подъема барабанов с кабелем или проводом при раскатке или	МИ-224	5	0,24	0,048
домкрат кабельный (комплект состоит из двух домкратов)	ДКБ-10У1, ТУ 36-1731-74			
Сварочный агрегат	АСБ-300-2, САК, АДД-305	10	0,16	0,016

* Утверждены Главэнерго 04.07.88 г.

Продолжение

Наименование	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Средний срок службы, год	Количество, шт/100 км	
			дня оснащения ПЭС	для замены изношенного парка
Электрододержатели	ЭД-3107У1, ТУ 34-38-10582–83	2	0,48	0,24
Термостат для хранения электродов	–	5	0,16	0,032
Агрегат опрессовочный	ПО-100М, ТУ 34-13-672–76	5	0,08	0,016
Бетонолом пневматический	ИП-4604, ГОСТ 10211–76	5	0,16	0,032
Тележка для перемещения по проводам расщепленной фазы	–	5	0,16	0,032
Трап для замены дефектных изоляторов	–	5	0,16	0,032
Люлька подвесная	–	5	0,16	0,032
Приспособление для замены дефектных изоляторов: комплект для изоляторов ПС- 16, ПС-22, ПС-120А комплект для изоляторов П-4,5; ПС-6А; ПС-11; ПС-12А; ПС-16А	ТУ 34-13-10738–84	5	0,16	0,032
Аппарат для нанесения антикоррозионной смазки на молниезащитные тросы	АСТ-3	4	0,16	0,04
Аппарат для нанесения антикоррозионной смазки ЗЭС на тросовые оттяжки опор	АСТО	4	0,16	0,04
Блок двухроликовый грузоподъемностью 10 т	–	5	0,16	0,032
Набор матриц к прессу МИ-1Б	МИ-1-8А	3	0,16	0,053
Индикатор натяжения оттяжек опор ВЛ	ИН	5	0,16	0,032

Индикатор положения соединителей проводов	ИПС	5	0,32	0,064
Индикатор угла отклонения элементов ВЛ	ИУОЭ	5	0,32	0,064
Теодолит технический с рейкой	2Т30, ГОСТ 10529–86	10	0,16	0,016
Динамометр	ДПУ-5-2, ГОСТ 13837–79	8	0,16	0,02
Микроскоп или микроскоп Бринелля	МИР-2	5	0,16	0,032
Измеритель сопротивления	Ф-4103, ТУ 25-0413-0082–84	5	0,16	0,032
Дефектоскоп	«Филин»	5	0,08	0,016

Наименование	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Средний срок службы, год	Количество, необходимое для оснащения одной бригады, шт.	Количество, шт/100 км	
				для оснащения ПЭС	для замены изношенного парка
Механизм тяговый монтажный грузоподъемностью 1,6 т	МТМ-1,6, ТУ 34-13-233–76	6	1	0,24	0,04
Лебедка ручная рычажная грузоподъемностью 1,5 т	ТЛ-2	6	1	0,24	0,04
Лебедка ручная грузоподъемностью 0,5 т	ЛЧР-0,5, ТУ 34-13-213–75	6	1	0,24	0,04
Приспособление монтажное грузоподъемностью 5 т или домкрат реечный грузоподъемностью 5 т	ПМ-5, ТУ 34-13-2908–76 ДР-5М	6	1	0,24 *	0,04

Продолжение

Наименование	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Средний срок службы, год	Количество, необходимое для оснащения одной бригады, шт.	Количество, шт/100 км	
				для оснащения ПЭС	для замены изношенного парка
Такелажное оборудование					
Блок монтажный грузоподъемностью, т:					
1,0	БМ-8, ТУ 34-13-2187–75	4	5	1,20	0,30
2,5	–	4	6	1,44	0,36
5,0	–	4	2	0,48	0,12
Ролики раскаточные для проводов диаметром, мм:	ТУ 34-27-13304–78	5			
8,4–13,5	М1Р-5		6	1,44	0,28
15,2–21,6	М1Р-6		6	1,44	0,28
22,4–33,2	М1Р-7		6	1,44	0,28
Блок полиспастный грузоподъемностью, т:		5			
0,5	БП-0,5, ТУ 34-13-2191–75		1 компл.	0,24	0,048
3,2	БП-3,2, ТУ 34-13-2191–75		2 компл.	0,48	0,096
5,0	БП-5, ТУ 34-13-271–76		1 компл.	0,24	0,048
8,0	БП-8, ТУ 34-13-271–76		1 компл.	0,24	0,048
Блок бесконечного каната		4	3 компл.	0,72	0,18
Зажимы монтажные для проводов диаметром, мм:	ТУ 34-27-10520–83	5			
12,4–17,5	МК-2		2	0,48	0,092
18,8–25,2	МК-3		2	0,48	0,096
27,3–33,2	МК-4		4	0,96	0,184

Специальные приспособления					
Приспособление для монтажа проводов методом скручивания овальных соединителей	МИ-230А	6	1	0,4	0,04
Пресс гидравлический	МИ-1Б, ТУ 34-13-10464–82	6	1	0,24	0,04
Клещи для обжатия овальных соединителей	МИ-19А	10	1	0,24	0,024
Приспособление для обрезки алюминиевых повивов сталеалюминиевых проводов перед монтажом	МИ-261Б	5	1	0,24	0,048
Механизм для резки проводов и тросов	МР-34,	4	1	0,24	0,06
или	ТУ 34-13-13305–84				
тросоруб	МИ-148А				
или					
приспособление для рубки троса	ТУ 34-31-10331–81				
Приспособление для термитной сварки сталеалюминиевых проводов	ПТСП, ТУ 34-13-14117-79, ПСП-2, ПСП-3	4	1	0,24	0,06
Ножницы саперные для резки бандажной проволоки	НС-8, ТУ 34-27-1645–77	3	1	0,24	0,08
или	Б-1,	*10*			
болторез	ТУ 34-31-10420–82				
Бурофреза ручная	ТУ 34-27-596–86	5	1	0,24	0,048
или					
бур-лопата	ТУ 34-31-10421–82	10			
Домкрат винтовой для выправки опор	ТУ 34-31-10180–80	5	1	0,24	0,048
Редуктор-приставка к бензопиле «Дружба»	ТУ 34-13-695–76	4	1	0,24	0,06
или					
к бензопиле «Урал» и «Дружба»	УП-1				
Цепной бандаж		5	4	0,96	0,19

Продолжение

Наименование	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Средний срок службы, год	Количество, необходимое для оснащения одной бригады, шт	Количество, шт/100 км	
				для оснащения ПЭС	для замены изношенного парка
Цепная стяжка		5	2	0,48	0,09
Головной ролик		5	2	0,48	0,09
Стяжной болт		5	1	0,24	0,048
Щипцы для установки замков в изоляторы	МИ-38	3	2	0,48	0,16
Приспособления для подъема на опоры					
Когти монтерские (для деревянных опор)	ГОСТ 14331–77	5	3 пары	0,72	0,144
Лазы для подъема на железобетонные центрифугированные опоры цилиндрического и конического сечений		3	2 пары	0,48	0,16
Лестница для подъема на железобетонные опоры		3	2	0,48	0,16
Лыжи охотничьи	«Вятка»	2	4 пары	0,96	0,48
Монтерский инструмент					
Пила поперечная двуручная	ГОСТ 979–70	3	1	0,24	0,08
Топор строительный	ГОСТ 1399–73	5	2	0,48	0,09
Лопата копальная остроконечная	ЛКО-2, ГОСТ 3620–76	1,5	4	0,96	0,64
Лом стальной строительный	ЛО-24, ГОСТ 1405–83	5	3	0,72	0,144
Бурав спиральный центровой	БСЦ-16	3	1	0,24	0,08
	БСЦ-18	3	1	0,24	0,08
	БСЦ-20	3	1	0,24	0,08
	БСЦ-24	3	1	0,24	0,08
Зубило слесарное	ГОСТ 7211–72	2	1	0,24	0,12
Плоскогубцы комбинированные	ГОСТ 5547–86Е	2	1	0,24	0,12
Напильник личневой плоский	ГОСТ 1465–80	2	2	0,48	0,24

Напильник драчевый плоский	ГОСТ 1465–80	2	2	0,48	0,24
Ключи гаечные разводные:	ГОСТ 7275–75	2			
№ 2			1	0,24	0,12
№ 3			1	0,24	0,12
Ключи гаечные двусторонние с открытым зевом размером, мм:	ГОСТ 2839–80Е	2			
12×14			1	0,24	0,12
17×19			1	0,24	0,12
22×24			1	0,24	0,12
27×30			1	0,24	0,12
32×36			1	0,24	0,12
46×50			1	0,24	0,12
55×60			1	0,24	0,12
Кувалда кузнечная тупоносая	ГОСТ 11401–75	4	2	0,48	0,12
Молоток слесарный стальной с ручкой	ГОСТ 2310–77Е	4	1	0,24	0,06
Отвертка слесарно-монтажная длиной 200 мм	ГОСТ 17199–71Е	2	1	0,24	0,12
Нож монтерский	НМ-2, ТУ 36-763–75	2	2	0,48	0,24
Станок ножовочный ручной	ГОСТ 17270–71Е	2	1	0,24	0,12
Щетка стальная прямоугольная	ТУ 494-01-104–76	1	2	0,48	0,48
Ключ трубный рычажный	ГОСТ 18981–73	2	1	0,24	0,12
Мерительный инструмент и приборы					
Рулетка металлическая длиной 10 м	РЗ-10, ГОСТ 7502–80	5	I	0,24	0,048
Метр складной	ТУ 2-12-156–76	2	1	0,24	0,12
Прибор для определения степени загнивания древесины	ОЗД-1, ТУ 34-3072–70	6	1	0,24	0,04
Бинокль полевой восьмикратный	ГОСТ 7048–81	5	1	0,24	0,048
Приспособление для определения высот элементов ВЛ	ПОВЭ	5	1	0,24	0,048

Примечание. Монтерский инструмент, такелажное оборудование, часть приспособлений и приборов закрепляются за каждой бригадой как технологический бригадный нормокомплект.

НОРМЫ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 35–750 кВ*

Материал	Норма расхода материалов на 1 км ВЛ, находящихся в эксплуатации									
	35 кВ					110 кВ				
	на деревянных опорах	на металлических опорах		на железобетонных опорах		на деревянных опорах	на металлических опорах		на железобетонных опорах	
		одноцепных	двухцепных	одноцепных	двухцепных		одноцепных	двухцепных	одноцепных	двухцепных
Лес столбовой пропитанный, м^3	0,41	–	–	–	–	0,46	–	–	–	–
Прокат черных металлов, кг	2,7	4,6	4,6	1,6	1,6	3,1	4,6	4,6	1,6	1,6
Метизы, кг	2,3	0,74	0,95	0,14	0,26	2,3	0,55	0,83	0,11	0,2
Приставки железобетонные, шт	0,23	–	–	–	–	0.46	–	–	–	–
Провод сталеалюминиевый, кг	9,6	9,6	19,2	9,6	19,2	15,5	15,5	31,0	15,5	31,0
Трос стальной грозозащитный, кг	1,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,2	5,0	5,0	5,4	5,4
Изоляторы подвесные, шт.	0,84	0,59	1,17	0,78	1,8	1,67	0,96	1,92	1,21	2,74
Проволока стальная, кг	2.26	–	–	–	–	3,24	–	–	–	–
Арматура сцепная, компл.	0,31	0,21	0,42	0,28	0,65	0.26	0,16	0,32	0,19	0,42
Зажимы соединительные, шт.	0,57	0,39	0,78	0,54	1,1	0,48	0,3	0.57	0,36	1,3
Зажимы поддерживающие и натяжные, шт.	0,19	0,13	0,26	0,18	0,4	0,16	0,1	0,2	0,12	0,26
Гасители вибрации, шт.	0,38	0,26	0,52	0,37	0,8	0,32	0,2	0,38	0,24	0,52
Лак битумный, кг	–	1,33	1,75	0,14	0,32	–	1,33	1,92	0,17	0,39
Смазка ЗЭС, кг	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15	0,75	0,75	0,75	0,75

* Утверждены Минэнерго СССР 11.02.91 г.

Растворитель (сольвент или уайт-спирит), кг	0,04	0,71	0,88	0,25	0,32	0,06	0,81	1,05	0,37	0,45
Алюминиевая пудра, кг	–	0,2	0,27	0,02	0,05	–	0,2	0,3	0,03	0,06
Битум, кг	–	1,0	1,0	–	–	–	1,4	1,4	–	–
Цемент, кг	–	1,0	1,0	1,0	1,0	–	1,4	1,4	1,4	1,4
Доски, $м^3$	–	0,005	0,005	0,005	0,005	–	0,006	0,006	0,006	0,006
Гвозди, кг	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Лес столбовой пропитанный, $м^3$	0,5	–	–	–	–	0,55	–	–	–	–
Прокат черных металлов, кг	3,2	4,6	4,6	1,6	1,6	3,2	4,6	4,6	1,6	1,6
Метизы, кг	3,1	0,52	0,71	0,11	0,2	3,1	0,56	0,89	0,18	0,34
Приставки железобетонные, шт.	0,46	–	–	–	–	0,6	–	–	–	–
Провод сталеалюминиевый, кг	7,9	7,9	15,8	7,9	15,8	19,7	19,7	39,4	19,7	39,4
Трос стальной грозозащитный, кг	2,2	5,0	5,0	5,4	5,4	3,0	12,4	8,3	12,4	12,4
Изоляторы подвесные, шт.	1,91	1,24	2,48	1,48	3,67	2,18	1,41	3,16	1,5	3,71
Проволока стальная, кг	3,8	–	–	–	–	4,2	–	–	–	–
Арматура сцепная, компл.	0,21	0,14	0,28	0,17	0,41	0,17	0,12	0,26	0,07	0,16
Зажимы соединительные, шт.	0,39	0,27	0,52	0,3	0,75	0,33	0,21	0,48	0,24	0,57
Зажимы поддерживающие и натяжные, шт.	0,13	0,09	0,17	0,1	0,25	0,11	0,07	0,16	0,08	0,19
Гасители вибрации, шт.	0,26	0,18	0,34	0,2	0,5	0,22	0,14	0,32	0,16	0,38
Лак битумный, кг	–	1,75	2,67	0,19	0,35	–	–	–	–	–
Смазка ЗЭС, кг	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3	2,1	1,4	2,1	2,1
Растворитель, кг	0,08	1,08	1,44	0,47	0,54	0,12	1,05	0,87	0,86	0,89
Пудра алюминиевая, кг	–	0,27	0,42	0,03	0,05	–	–	–	–	–
Сурик густотертый, кг	–	–	–	–	–	–	1,65	2,28	0,18	0,37
Олифа (Оксоль), кг	–	–	–	–	–	–	0,8	1,1	0,09	0,18
Битум, кг	–	1,7	1,7	–	–	–	2,4	2,4	–	–
Цемент, кг	–	1,7	1,7	1,7	1,7	–	2,4	2,4	2,4	2,4
Доски, $м^3$	–	0,01	0,01	0,01	0,01	–	0,01	0,01	0,01	0,01
Гвозди, кг	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Продолжение

Материал	Норма расхода материалов на 1 км ВЛ, находящихся в эксплуатации							
	330 кВ				500 кВ		750 кВ	
	на металлических опорах		на железобетонных опорах		на металлических опорах	на железобетонных опорах	на металлических опорах	на железобетонных опорах
	одноцепных	двухцепных	одноцепных	двухцепных				
Прокат черных металлов, кг	3,4	3,4	0,8	0,8	4,3	1,0	5,6	1,3
Метизы, кг	0,67	0,91	0,29	0,44	0,85	0,41	1,2	0,57
Провод АС, кг	38,4	76,8	38,4	76,8	36,4	36,4	53,4	53,4
Трос стальной, кг	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	–	–
Изоляторы подвесные, шт.	2,74	6,36	3,16	6,81	3,57	4,15	5,86	7,99
Арматура сцепная, компл.	0,16	0,36	0,18	0,4	0,22	0,26	0,3	0,33
Зажимы соединительные, шт.	0,3	0,65	0,35	0,7	0,4	0,45	0,55	0,6
Гасители вибрации, шт.	0,15	0,33	0,18	0,35	0,1	0,1	0,1	0,1
Зажимы поддерживающие и натяжные, шт.	0,1	0,22	0,12	0,25	0,14	0,15	0,27	0,3
Распорки, шт.	0,3	0,6	0,3	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
Смазка ЗЭС, кг	2,45	1,75	2,45	2,45	2,8	2,8	4,2	4,2
Сурик густотертый, кг	1,37	2,29	0,32	0,62	1,47	0,47	1,8	0,67
Олифа, кг	0,66	1,1	0,15	0,3	0,71	0,23	0,87	0,32
Растворитель, кг	1,18	1,0	1,04	1,08	1,29	1,16	1,93	1,79
Цемент, кг	2,9	2,9	2,9	2,9	3,3	3,3	3,9	3,9
Битум, кг	2,9	2,9	–	–	3,3	3,3	–	–
Доски, $м^3$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Гвозди, кг	0,17	0,17	0,17	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ВЛ 35 КВ И ВЫШЕ*

1. Руководящие документы

1.1. Документы общего характера

Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – 14-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

Сборник руководящих материалов Главтехуправления Минэнерго СССР. Электротехническая часть. – 4-е изд., перераб. и доп. Ч. 1 и 2. – М.: СПО ОРГРЭС, 1992.

Сборник решений и циркуляров Главтехуправления за 1989 год. (Электротехническая часть). – М.: СПО ОРГРЭС, 1991.

Сборник решений и циркуляров Главтехуправления за 1990 год. (Электротехническая часть). – М.: СПО ОРГРЭС, 1991.

Сборник решений и циркуляров Главтехуправления за 1991 год. (Электротехническая часть). – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

Сборник действующих документов по техническому перевооружению и реконструкции электростанций, тепловых и электрических сетей. Ч. 1. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.

Нормы испытания электрооборудования. – 5-е изд. – М.: Атомиздат, 1978.

Правила охраны электрических сетей напряжением свыше 1 000 Вольт. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе электростанций, сетей и энергосистем. – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем. – М.: СПО ОРГРЭС, 1992.

Инструкция по размещению и эксплуатации гаражей-стоянок автомобилей, принадлежащих гражданам, в охранных зонах воздушных линий электропередачи напряжением свыше 1 кВ. – М.: СПО ОРГРЭС, 1994.

---

*Определяется руководством энергосистем, предприятий и их структурных подразделений.

Нормы отвода земель для электрических сетей напряжением 0,4–500 кВ. СН 465–74. – М.: Стройиздат, 1975.

Правила приемки в эксплуатацию отдельных пусковых комплексов и законченных строительством электростанций, объектов электрических и тепловых сетей. ВСН 37–86. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

Правила приемки в эксплуатацию энергообъектов электростанций, электрических и тепловых сетей после технического перевооружения. ПР 34-70-002–83. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.

СНиП 3.05.06–85. Электротехнические устройства. – М.: Госстрой СССР, 1988;

СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1988.

Инструкция по выбору изоляции электроустановок. РД 34-51.101–90. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.

Указания по составлению карт уровней изоляции ВЛ и распределительных устройств в районах с загрязненной атмосферой. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.

Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше.– М.: Энергосетьпроект, 1978.

Нормы расхода топливно-смазочных материалов транспортными средствами и спецмеханизмами, используемыми при ремонтах, техническом и оперативном обслуживании электрических сетей. НР 34-00-014–82. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.

Нормы расхода топливно-смазочных материалов для транспортных средств, спецмеханизмов и строительно-дорожных машин в Минэнерго СССР. – М.: Информэнерго, 1985.

Справочник по электрическим установкам высокого напряжения. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

Справочник по ремонту и техническому обслуживанию электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

Справочник электрозащитных средств и предохранительных приспособлений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

Отраслевой каталог: Арматура для воздушных линий электропередачи. – М.: Информэнерго, 1991.

Каталог средств индивидуальной защиты персонала предприятий и организаций Минэнерго СССР. – 2-й изд., перераб. и доп. Ч. I и II. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

1.2. Инструкции, руководства, методические указания по эксплуатации

Инструкция по работам на линиях электропередачи 35–220 кВ и 6–10 кВ, находящихся под напряжением. – М.-Л.: Энергия, 1964.

Типовая инструкция по работам под напряжением на промежуточных опорах и в пролетах воздушных линий электропередачи напряжением 220–750 кВ. ТИ 34-70-069–87. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

Извещение об изменении № 1 Типовой инструкции по работам под напряжением на промежуточных опорах и в пролетах воздушных линий электропередачи напряжением 220–750 кВ. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

Типовая инструкция по организации работ для определения мест повреждения воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше с помощью фиксирующих приборов. ТИ 34-70-035–85. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.

Типовая инструкция по окраске металлических опор линий электропередачи с применением преобразователя ржавчины. ТИ 34-70-023–84. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1984.

Типовая инструкция по обмыву изоляторов ВЛ до 500 кВ включительно под напряжением непрерывной струей воды. РД 34.51.501. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

Типовая инструкция по химическому методу уничтожения травянистой и древесно-кустарниковой растительности на площадках опор линий электропередачи. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

Типовая инструкция по химическому методу уничтожения древесно-кустарниковой растительности на трассах ВЛ под напряжением с применением наземных механизмов и авиации. РД 34.20.667. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

Инструкция по пропитке столбовой древесины автоклавно-диффузионным способом антисептиками Доналит УА и Доналит УАлл. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1979.

Инструкция по выправке железобетонных одностоечных свободностоящих опор поперек ВЛ напряжением 35 кВ и выше. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1978.

Типовая инструкция по сварке неизолированных проводов с помощью термитных патронов. ТИ 34-70-005–82. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

Технологические правила по производству работ при опрессовке проводов с использованием энергии взрыва. ВСН-34-71–83. – М.: ЦНТИ, 1983.

Инструкция по нанесению антикоррозийного покрытия на грозозащитный трос, оттяжки опор и провода ВЛ напряжением 35 кВ и выше. – М.: СКТБ ВКТ Мосэнерго, 1983.

Методические указания по оценке технического состояния металлических опор воздушных линий электропередачи и порталов открытых распределительных устройств напряжением 35 кВ и выше. МУ 34-70-177–87. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

Методические указания по эксплуатации и ремонту железобетонных опор и фундаментов линий электропередачи 0,4–500 кВ. – М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1972.

Методические указания по техническому обслуживанию и ремонту переходов воздушных линий электропередачи через водные преграды. – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

Методические указания по измерению сопротивлений заземления опор ВЛ без отсоединения грозозащитного троса. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1981.

Методические указания по плавке гололеда переменным током. Ч. I. МУ 34-70-027–82. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.

Методические указания по плавке гололеда постоянным током. МУ 34-70-028–82. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.

Методические указания по применению устройств ограничения налипания мокрого снега на провода ВЛ 10–220 кВ. РД 34.20.568–91. – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

Методические указания по применению сигнализаторов гололеда и прогнозированию гололедоопасной обстановки. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

Методические указания по типовой защите от вибрации и субколебаний проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ. РД 34.20.182–90. – М.: СПО ОРГРЭС, 1991.

Указания по эксплуатации изоляции в районах с загрязненной атмосферой. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1984.

Методика расчета экономической эффективности ремонта под напряжением воздушных линий электропередачи 35–110 кВ и распределительных электрических сетей 0,4–20 кВ. МТ 34-70-028–86.– М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

Методика расчета снижения себестоимости производства и передачи электроэнергии при выполнении ремонта под напряжением ВЛ 35–750 кВ. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

Методические указания по районированию территорий энергосистем и трасс ВЛ по частоте повторяемости и интенсивности пляски проводов. РД 34.20.184–91. – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

1.3. Технологические карты

Типовые технологические карты по техническому обслуживанию и капитальному ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ. Ч. 1. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.

Типовые технологические карты по техническому обслуживанию и капитальному ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ. Ч. 2. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

Типовые технологические карты по техническому обслуживанию и капитальному ремонту воздушных линий электропередачи 35–220 кВ на деревянных опорах. – М.: СПО ОРГРЭС, 1991.

Технологические карты на производство работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 220–750 кВ. Вып. 1. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

Технологические карты производства работ под напряжением на ВЛ 220–750 кВ. – Киев, Техника, 1988.

Типовые технологические карты Монтаж сталеалюминиевых грозозащитных тросов сечением АС 70/72 в анкерных пролетах с промежуточными опорами типа ПС-750, ПИ-750 и ПН-750. – М.: Информэнерго, 1985.

1.4. Документы на средства механизации, технические средства для выполнения технического обслуживания и ремонта

Нормативы комплектования автотранспортными средствами, спецмеханизмами и тракторами производственных подразделений Минэнерго СССР для технического обслуживания и ремонта электрических сетей. РД 34.10.101–91. – М.: СПО ОРГРЭС, 1991.

Табели комплектования предприятий электрических сетей Минэнерго СССР средствами малой механизации, приспособлениями, такелажным оборудованием, ручным инструментом и приборами для ремонта и технического обслуживания воздушных линий электропередачи напряжением 0,4–750 кВ и кабельных линий 0,4–35 кВ. РД 34.10.108. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

Нормы потребности в средствах малой механизации, механизированном, ручном инструменте и специальных приспособлениях для ремонтно-эксплуатационных работ на ТЭС, ГЭС, в электрических и тепловых сетях. РД 34.10.109–88. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.

1.5. Нормы расхода материалов на ремонт

Нормативы расхода материалов на ремонт и техническое обслуживание воздушных линий электропередачи напряжением 35–500 кВ. – М.: СПО ОРГРЭС, 1977.

Нормы аварийного запаса материалов и оборудования для восстановления воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ. РД 34.10.393–88. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

Нормы аварийного запаса материалов и оборудования для восстановления воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше. НР 34-70-002–82. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.

Нормы аварийного запаса материалов и оборудования для восстановления воздушных линий электропередачи напряжением 0,4–35 кВ. РД 34.10.385. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1978.

1.6. Документы по технике безопасности

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, изд. второе перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

Правила техники безопасности при производстве электромонтажных работ на объектах Минэнерго СССР. – М.: Информэнерго, 1984.

Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. РД 34.03.601. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.

Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. – 9-е изд. – М.: Типография ППО «Полиграф», 1993.

Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями. – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

Руководящие указания по защите персонала, обслуживающего распределительные устройства и воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением 400, 500 и 750 кВ, от воздействия электрического поля. РД 34.03.604. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1981.

Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц). РД 34.03.104. – М.: Типография Минздрава СССР, 1991.

Инструкция по эксплуатации индивидуальных экранирующих комплектов спецодежды для работы в электроустановках напряже-

нием 400, 500 и 750 кВ частотой 50 Гц. РД 34.03.602. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1981.

Типовая инструкция по охране труда для электромонтера по ремонту воздушных линий электропередачи. РД 34.03.230–88. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

Методические указания по определению электромагнитного поля воздушных высоковольтных линий электропередачи и гигиенические требования к их размещению.– М.: Типография Минздрава СССР, 1986.

Методические указания по измерению наведенных напряжений на отключенных ВЛ, проходящих вблизи действующих ВЛ напряжением 35 кВ и выше и контактной сети электрифицированной железной дороги переменного тока. – М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

1.7. Нормы времени

Нормы времени на капитальный ремонт и техническое обслуживание воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ. Вып. 1: НР 34-00-114–86; Вып. 2: НР 34-00-115–86. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

Нормы времени на ремонт воздушных линий электропередачи под напряжением: НР 34-00-109-86. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

2. Технические документы по ВЛ

Перечень эксплуатируемых ВЛ с основными характеристиками.

Инвентарные описи ВЛ.

Паспорта ВЛ.

Исполнительные проекты ВЛ с трассой и профилем.

Трехлинейная схема ВЛ с расцветкой фаз, границами районов и участков.

Однолинейная схема сети на плане местности с номерами пограничных опор.

Акты приемки ВЛ.

Схематические трассы.

Список переходов и пересечений с указанием габаритов.

Журналы или схемы установки соединителей на проводах и тросах.

Чертежи опор ВЛ.

Расчеты и чертежи переходов и пересечений.

Таблицы расчетных и минимально допустимых диаметров деревянных опор по каждой ВЛ в отдельности.

Утвержденные местные производственные инструкции и их список.

Список материалов и оборудования аварийного запаса.

Инвентарные описи производственных и хозяйственных сооружений, транспорта, хозинвентаря, инструмента и спецодежды.

Планы земельных участков, документы отвода.

3. Материалы учета проведения технического обслуживания и капитального ремонта

Листки осмотров.

Ведомости измерения болтовых соединений проводов.

Ведомости проверки линейной изоляции.

Ведомости измерений тяжения в оттяжках опор.

Ведомости проверки и измерений сопротивления заземления опор.

Ведомости (журналы) измерений загнивания деталей деревянных опор.

Ведомости неисправностей, подлежащих устранению при капитальном плановом ремонте.

Журналы неисправностей ВЛ.

Ведомости измерений габаритов и стрел провеса провода (троса).

Журналы учета работ на ВЛ.

Графики осмотров ВЛ.

Многолетние графики капитальных (комплексных) ремонтов ВЛ.

Годовые планы-графики работ на ВЛ.

Месячные планы-отчеты работ на ВЛ.

Годовые планы-отчеты работ на ВЛ.

Перечни аварийного запаса материалов и оборудования.

Журналы учета такелажных приспособлений.

Журналы учета защитных средств.

Бланки нарядов на работы по технике безопасности.

Бланки листов осмотра.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ВЛ (ОСНОВНЫЕ)

1. Перечень форм документации

Наименование документа	Требования к ведению форм	Где и кем заполняется	Куда представляется	Срок хранения
1. Паспорт воздушной линии электропередачи	Обязательно	В службе линий предприятия (района, участка) монтером или ИТР	–	Постоянно
2. Листок осмотра	То же	На трассе ВЛ лицом, производящим осмотр ВЛ	В район (участок)	1 год
3. Ведомость (журнал) измерений загнивания деталей деревянных опор	– » –	На трассе ВЛ производителем работ	То же	Постоянно
4. Ведомость измерений болтовых соединений проводов	– » –	То же	– » –	До следующей проверки
5. Ведомость проверки линейной изоляции	– » –	– » –	– » –	То же
6. Ведомость проверки и измерений сопротивления заземления опор	– » –	На трассе ВЛ производителем работ (из числа линейного персонала или персонала службы грозозащиты и изоляции)	– » –	– » –
7. Ведомость измерений габаритов и стрел провеса провода (троса)	– » –	На трассе ВЛ производителем работ	– » –	Постоянно
8. Ведомость измерений тяжения в оттяжках опор	Рекомендуется	То же	– »–	До следующей проверки
9. Журнал неисправностей ВЛ	Обязательно	В районе (участке) мастером	– » –	Постоянно

Наименование документа	Требования к ведению форм	Где и кем заполняется	Куда представляется	Срок хранения
10. Журнал учета работ на ВЛ	Обязательно	То же	– » –	3 года
11. Ведомость неисправностей, подлежащих устранению при капитальном плановом ремонте	Рекомендуется	– » –	В предприятие	6 лет
12. Месячный план-отчет работ на ВЛ	То же	– » –	То же	2 года
13. Годовой план-график работ на ВЛ	– » –	– » –	– » –	3 года
14. Годовой план-отчет работ на ВЛ	– » –	– » –	– » –	3 года
15. Многолетний график капитальных (комплексных) ремонтов ВЛ	– » –	В службе линий ИТР	– » –	6 лет

2. Формы документации

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Паспорт воздушной линии электропередачи (для ВЛ напряжением 35 кВ и выше)
ВЛ___ кВ _____
наименование

Год постройки_____

Дата ввода в эксплуатацию_____

Диспетчерское наименование_____

Наименование проектной организации_____

Наименование строительно-монтажной организации_____

I. СХЕМА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

II. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

1. Протяженность ВЛ (общая)_____км

2. Количество опор (всего)_____шт.

а) промежуточных_____шт., тип_____

б) промежуточно-угловых_____шт., тип_____

в) анкерных_____шт., тип_____

г) анкерно-угловых_____шт., тип_____

д) транспозиционных_____шт., тип_____

е) специальных____шт., тип_____

3. Длина пролета:

а) расчетного весового_____м

б) расчетного ветрового_____м

в) габаритного_____м

4. Марка провода (по участкам)_____

5. Количество проводов в фазе_____шт.

6. Расстояние между проводами в фазе_____м

7. Тип поддерживающего устройства:

а) на всей ВЛ_____

б) на переходах_____

8. Марка грозозащитного троса_____

9. Ответвления от ВЛ:

а) количество_____шт.

б) от опор №_____

в) количество опор в каждом ответвлении_____шт.

г) длина каждого ответвления_____км

10. Район климатических условий:

а) по ветру_____

б) по гололеду_____

в) по интенсивности пляски проводов и тросов_____

г) по среднегодовой продолжительности гроз_____

д) по степени загрязненности атмосферы (СЗА)_____

11. Температура воздуха:

а) среднегодовая_____

б) низшая_____

в) высшая_____

12. Участки с особыми условиями_____

III. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ВЛ

1. ОПОРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Наименование опор (промежуточные, анкерные _____)	Шифр	Завод-изготовитель	Оттяжки		Количество	Номера опор
			Количество	Марка		

2. ОПОРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ

Наименование опор (промежуточные, анкерные _____)	Шифр	Стойка		Траверса		Оттяжки		Количество	Номера опор
		Шифр	Завод-изготовитель	Шифр	Завод-изготовитель	Марка	Количество		

3. ОПОРЫ ДЕРЕВЯННЫЕ

Наименование опор (промежуточные, анкерные _____)	Шифр	Завод-поставщик древесины	Пропитка	Железобетонные приставки			Количество	Номера опор
				Шифр	Завод-изготовитель	Количество		

4. ФУНДАМЕНТЫ

Тип	Шифр	Количество	Номера опор

5. ИЗОЛЯТОРЫ

Подвесные								Штыревые		
в поддерживающих подвесках				в натяжных подвесках						
Тип	Завод-изготовитель, год выпуска	Количество в одной гирлянде	Всего на ВЛ	Тип	Завод-изготовитель, год выпуска	Количество в одной гирлянде	Всего на ВЛ	Тип	Завод-изготовитель, год выпуска	Всего на ВЛ

Количество цепей (ветвей) в натяжной подвеске и способ крепления их к траверсе опоры_____

6. АРМАТУРА

Наименование арматуры	Для провода		Для грозозащитного троса	
	Тип	Количество	Тип	Количество
Сцепная Поддерживающая Натяжная Соединительная Контактная Защитная Прочая арматура				

Номера опор, между которыми установлены гасители вибрации_____

Номера опор, между которыми установлены гасители пляски_____

7. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

а) участки подвеса грозозащитного троса (номера опор на границах участка)_____

б) общая длина грозозащитного троса_____

в) защитный угол грозозащитного троса_____

г) способ крепления (с указанием значения искровых промежутков в миллиметрах)

на промежуточных опорах_____

на анкерных опорах_____

д) характеристика других средств защиты от перенапряжений_____

е) номера опор, на которых установлены трубчатые разрядники_____

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОВОДОВ И ГРОЗОЗАЩИТНЫХ ТРОСОВ И РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ НА ОПОРЕ

8. ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Сопротивление заземления опор по норме, Ом	Номера опор
До 100 100–500 500–1 000 Более 1 000	До 10 До 15 До 20 До 30	

Номера опор, значения сопротивления заземления которых выше нормы:_____

СХЕМЫ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ОПОР

9. ПЕРЕХОДЫ И ПЕРЕСЕЧЕНИЯ

Вид перехода или пересечения	Габарит на переходе, м	Номера опор в пролете пересечения или перехода	Тип подвески	Тяжение провода (троса), тс

10. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТНОСТИ НА ТРАССЕ ВЛ

Наименование местности	Номера опор	Общая длина, км
Лес Поле Болото Крупные овраги Населенная местность		

11. СРЕДСТВА СВЯЗИ

_____

Характеристика имеющихся видов связи (радио, высокочастотной, линий связи)

Дата составления паспорта_____

Составил_____ _____
Ф.И.О. подпись

Начальник службы линий_____ _____
Ф.И.О. подпись, дата

12. ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПАСПОРТ

Дата записи	Краткое содержание изменений	Фамилия, имя, отчество и подпись внесшего изменения

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

ЛИСТОК ОСМОТРА

ВЛ_____кВ_____
наименование

Вид осмотра _____

Номер опоры, пролета	Замеченные неисправности

Осмотр произведен от опоры №_____до опоры №_____

«_____»_____20____г._____
Ф.И.О. подпись

Листок осмотра принял_____
подпись

«_____»_____20____г.

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость (журнал) измерения загнивания деталей деревянных опор на ВЛ____кВ _____

наименование

Опора №

Тип опоры_____

Тип поддерживающего зажима_____

Марка провода и грозозащитного троса_____

Минимально допустимые диаметры (см) в опасных сечениях:

траверсы_____

стойки_____

приставки (пасынка)_____

Наименование детали	Номер детали	Год установки	Номер сечения	Фактический наружный диаметр, см	20 ____ г. Измерения 1	2	3	Диаметр здоровой части, см	20 ____ г. Измерения 1	2	3	Диаметр здоровой части, см	20 ____ г. Измерения 1	2	3	Диаметр здоровой части, см	20 ____ г. Измерения 1	2	3	Диаметр здоровой части, см	20 ____ г. Измерения 1	2	3	Диаметр здоровой части, см
Траверса																							
Стойка																							
Приставка наружная																							
Приставка внутренняя																							

Данные по прочим деталям опоры _____

Производитель работ _____ _____
Ф.И.О. подпись

Год	Заключение по результатам измерений	
20____	_____ Ф.И.О.	_____ подпись
20____	_____ Ф.И.О.	_____ подпись
20____	_____ Ф.И.О.	_____ подпись
20____	_____ Ф.И.О.	_____ подпись
20____	_____ Ф.И.О.	_____ подпись

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость
измерения болтовых соединений проводов

на ВЛ__ кВ_____
наименование

Способ измерений_____

Дата	Номер опоры	Фаза, номер провода и соединения	Марка провода	Тип соединения	Показания прибора		Отношение падений напряжения на соединении и проводе	Заключение
					на соединении	на проводе		

Примечания: 1. При измерениях в ведомость следует вписывать только неисправные соединения.

2. Соединения нумеруются в следующей последовательности: от опоры с меньшим номером к опоре с большим номером; при горизонтальном расположении проводов – слева направо по ходу ВЛ, а при вертикальном – сверху вниз.

Производитель работ_____ _____
Ф.И.О. подпись

Заключение составил_____ _____
Ф.И.О. подпись

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость проверки линейной изоляции

на ВЛ__ кВ_____
наименование

Способ проверки_____

Дата проверки	Номер опоры с неисправным изолятором	Номер фазы, подвески	Номер изолятора	Тип изолятора	Характер неисправности	Заключение
1	2	3	4	5	6	7

Изоляция проверена на участке от опоры №_____до опоры №_____

Не проверены_____
номера опор, причина

Всего проверено ____шт. изоляторов, в том числе типа____шт., типа____шт., типа____шт.

Всего неисправных____шт. изоляторов, в том числе типа___шт., типа___шт., типа____шт.

Примечания: 1. При проверке в ведомость следует вписывать только неисправные изоляторы.
2. Счет гирлянды слева направо и сверху вниз по направлению возрастания нумерации опор.
3. Счет изоляторов в подвеске от траверсы.
4. Условные обозначения неисправностей:
перекрытый электрической дугой – П,
битый – Б,
неисправный, нулевой – 0.

Производитель работ_____ _____
Ф.И.О. подпись

Заключение составил_____ _____
Ф.И.О. подпись

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость проверки и измерений сопротивления заземления опор

на ВЛ__ кВ_____
наименование

Дата	Номер опоры	Сопротивление заземления, Ом		Заключение
		по норме	*фактически*	
1	2	3	4	5

Сопротивление заземления проверено на участке от опоры №_____ до опоры №_____

Не проверены_____
номера опор, причина

Всего проверено_____шт. опор

Неисправно_____шт. опор

Производитель работ_____ _____
Ф.И.О. подпись

Заключение составил_____ _____
Ф.И.О. подпись

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость измерения габаритов и стрел провеса провода (троса)

на ВЛ____ кВ_____
наименование

Дата	Пролет между опорами №	Марка провода, грозозащитного троса	Наименование пересекаемого объекта	Расстояние от пересечения до ближайшей опоры, м	Измеренный габарит, м	Температура воздуха, °С	Габарит с учетом поправки на расчетную температуру, м	Наименьшее допустимое расстояние, м	Стрела провеса с учетом поправки на расчетную температуру, м	Заключение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Производитель работ_____ _____
Ф.И.О. подпись

Заключение составил_____ _____
Ф.И.О. подпись

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость измерений тяжения в оттяжках опор на ВЛ____ кВ_____
наименование

Тип опоры: _____

Начальное тяжение по проекту:_____

Схема расположения оттяжек_____

Дата	Номер опоры	Номера оттяжек	Измеренное тяжение, тс	Заключение	Дата	Номер опоры	Номера оттяжек	Измеренное тяжение, тс	Заключение
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Производитель работ_____ _____
Ф.И.О. подпись

Заключение составил_____ _____
Ф.И.О. подпись

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Журнал неисправностей ВЛ

Дата обнаружения неисправности	Место и сущность неисправности	Мероприятия по устранению неисправности	Срок устранения, подпись	Дата выполнения мероприятий	Подпись производителя работ или мастера
1	2	3	4	5	6

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Журнал учета работ на ВЛ

Дата	Место работы (наименование ВЛ, номер опоры или пролета между опорами)	Производитель работ и состав бригады (Ф.И.О., разряд), производившей работу	Наименование выполненной работы	Единица измерения	Количество	Время начала и окончания работы	Наименование и количество машин и механизмов, использованных при работе	Подпись мастера
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

Ведомость неисправностей, подлежащих устранению при капитальном плановом ремонте

ВЛ_____ кВ_____
наименование

Наименование работы	Единица измерения	Количество	Номер и тип опоры, пролета
1	2	3	4

Мастер_____ _____
Ф.И.О. подпись, дата

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

УТВЕРЖДАЮ:
_____
_____
«___» _____ 20___г.

Месячный план-отчет работ на ВЛ_____ на_____20 _г.

Наименование (номер) ВЛ	Наименование работы	Единица измерения	Норма времени, чел.-ч	План			Отчет			Примечание
				Количество	Номер опоры, пролета	Затраты, чел.-ч	Количество	Номер опоры, пролета	Затраты, чел.-ч	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Итого:
Фактические затраты на техническое обслуживание_____
Фактические затраты на ремонтные работы_____
Всего:_____

Начальник службы района, участка_____
Ф.И.О., подпись, дата

Мастер_____
Ф.И.О., подпись, дата

Энергообъединение_____
наименование

Предприятие_____
наименование

Район (участок)_____
наименование

УТВЕРЖДАЮ:

_____

_____

«___» _____ 20___г.

Годовой план-график
работ на ВЛ____ кВ_____на 20___г.
наименование

Наименование работы	Единица измерения	Норма времени, чел. -ч	План													
			Количество по месяцам												Всего	Затраты, чел.-ч
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Начальник службы района, участка_____ _____
Ф.И.О. подпись, дата

Мастер_____ _____
Ф.И.О. подпись, дата

Энергообъединение_____
наименование
Предприятие_____
наименование
Район (участок)_____
наименование

УТВЕРЖДАЮ:
_____
_____
«___» _____ 20___г.

Годовой план-отчет
работ на ВЛ____ кВ_____на 20___г.
наименование

Наименование работы	Единица измерения	Норма времени, чел.-ч	Годовой план		Количество по кварталам								Годовой отчет		Примечание
			Количество	Затраты, чел.-ч	I квартал		II квартал		III квартал		IV квартал		Количество	Затраты, чел.-ч	
					План	Отчет	План	Отчет	План	Отчет	План	Отчет			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Итого:
Фактические затраты на техническое обслуживание_____
Фактические затраты на ремонтные работы_____
Всего:_____
Начальник службы района, участка_____
Ф.И.О., подпись, дата

Энергообъединение_____
наименование
Предприятие_____
наименование
Район (участок)_____
наименование

УТВЕРЖДАЮ:
_____
_____
«___» _____ 20___ г.

Многолетний график капитальных (комплексных) ремонтов ВЛ

Наименование линии	Напряжение ВЛ, кВ	Протяженность ВЛ, км	Год ввода в эксплуатацию	Год последнего капитального ремонта	Годы					
					20___	20___	20___	20___	20___	20___
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Начальник службы района, участка_____
Ф.И.О., подпись, дата

СРОКИ ПРОВЕРКИ И ЗАМЕНЫ НЕИСПРАВНЫХ ПОДВЕСНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ НА ВЛ 35–750 КВ

1. Сроки проверки и замены неисправных подвесных изоляторов на ВЛ 35–500 кВ*

1.1. Выявленные при осмотрах линий электропередачи неисправные стеклянные и фарфоровые изоляторы должны заменяться в сроки, указанные в табл. П6.1.

Таблица П6.1

Сроки замены неисправных изоляторов одноцепных опор ВЛ

Напряжение ВЛ, кВ	Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Количество неисправных изоляторов в гирлянде (не менее), подлежащих после обнаружения замене в течение		
			месяца	года	
				Фарфоровые	Стеклянные
35	I–III	3,3Г	2/2	1/1	1/1
	II–III	4	3	2	2
	IV–VII	–	3	2	2
110	I	5	–/2	–/1	–/1
	I–II	6	2/3	1/2	1/2
	I	7,8	4	2	3
	II	7	3	1	2
	II–III	8, 6Г, 7Г	4	2	3
	III	9, 10, 8Г	5	3	4
	IV–VII	–	5	3	4
220	I	13, 14	5	3(2)	4(3)
	II	13	4	2	3

* Решение Техуправления электросетей Минэнерго СССР от 31.01.1990 г. № ЭС-2/90 «О сроках проверки и замены неисправных подвесных изоляторов ВЛ 35–500 кВ».

Напряжение ВЛ, кВ	Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Количество неисправных изоляторов в гирлянде (не менее), подлежащих после обнаружения замене в течение		
			месяца	года	
				Фарфоровые	Стеклянные
	II	14–16	6	2	5(3)
	III–VII	–	7	3(2)	6(5)
330	I–VII	–	7	3	6
500	I–II	21–28	7	3	6
	III	–	8	3	7
	IV–VII	–	9	3	8

Примечания: 1. На ВЛ 35 кВ с двумя изоляторами в гирляндах решение о срочности замены неисправных изоляторов принимает эксплуатационный персонал.

2. В числителе – для опор с грозозащитными тросами, в знаменателе – для деревянных опор без тросов.

3. В скобках – для металлических опор без грозозащитных тросов; в других случаях нормы для опор с тросами и без тросов одинаковы.

4. На двухцепных опорах количество неисправных изоляторов, подлежащих замене, на один меньше, чем указано в таблице (если их количество более одного).

5. Здесь и далее буква Г указывает на грязестойкие изоляторы.

Если количество неисправных изоляторов в гирлянде меньше, чем указано в табл. П6.1, то они должны заменяться в сроки, устанавливаемые главным инженером предприятия электрических сетей, но не позже очередного капитального ремонта.

1.2. Проверки электрической прочности фарфоровых изоляторов должны производиться первый раз на 1–2-м, второй раз – на 6–10-м годах после ввода линии электропередачи в эксплуатацию и далее с периодичностью, определяемой по табл. П6.2–П6.5 в зависимости от уровня отбраковки (см. п. 1.6) и условий работы изоляторов на линии. Изоляторы с уровнем отбраковки выше III должны проверяться не реже чем один раз в 6 лет.

Таблица П6.2

Периодичность проверок фарфоровых изоляторов одноцепных опор ВЛ 35 кВ

Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень	Длина участка ВЛ, км	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз		
				до 40 ч	41–60 ч	61–100 ч
ВЛ на стальных и железобетонных опорах и деревянных опорах с шунтированной древесиной без грозозащитных тросов						
I–II	3	I	Любая	24	24	12
		II–III	– » –	12	6	6
I–III	4	I–II	– » –	24	24	12
		III	– » –	24	12	6
IV–VII	–	I–III	– » –	12	6	6
ВЛ с грозозащитными тросами						
I–VII	–	I–III	Любая	24	24	24
ВЛ на деревянных опорах без грозозащитных тросов						
I–III	2–3	I	Любая	24	24	24
	2	II–III	До 25	24	24	12
			Более 25	12	6	6
	3	II–III	До 25	24	24	24
			Более 25	24	12	12

Таблица П6.3

Периодичность проверок фарфоровых изоляторов одноцепных опор ВЛ 110 кВ

Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень отбраковки	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз			
			до 40 ч	41–60 ч	61–80 ч	81–100 ч
ВЛ с грозозащитными тросами						
I–III	7	I–II	24	24	24	24
		III	24	24	24	12
II–III	8-9	I–III	24	24	24	24
III	6Г	I–III	6	6	6	6
	7Г	I–II	24	24	24	24
		III	24	24	12	6
IV	10, 9Г	I–III	24	24	24	24
	7Г	I–II	24	24	24	24
		III	24	24	12	6
V–VII	–	I–III	24	24	24	24

Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень отбраковки	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз			
			до 40 ч	41–60 ч	61–80 ч	81–100 ч
ВЛ на стальных и железобетонных опорах и деревянных опорах с шунтированной древесиной без грозозащитных тросов						
I–II	7–8	I–III	6	6	–	–
III	9	I–II	24	12	–	–
		III	12	6	–	–
	6Г, 7Г, 8Г	I–III	6	6	–	–
IV	10, 10Г	I–III	12	6	–	–
	7Г, 8Г, 9Г	I–III	6	6	–	–
V–VII	–	I–III	6	6	–	–
ВЛ на деревянных опорах без грозозащитных тросов (древесина не шунтирована)						
I–II	5–6	I	24	24	24	24
I	5	II	24	24/12	12/6	6
		III	24/12	12/6	6	6
II	6	II	24	12	12/6	12/6
		III	24/12	12/6	12/6	6
III	8, 7Г	I	24	24	24	12
		II	24	24	24	6
		III	24	12	6	6

Примечание. Числитель – для ВЛ длиной до 15 км, знаменатель – более 15 км.

Таблица П6.4

Периодичность проверок фарфоровых изоляторов одноцепных опор ВЛ 220–330 кВ

Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень отбраковки	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз и высоте опор			
			до 60 ч		61–100 ч	
			До 30 м	Более 30 м	До 30 м	Более 30 м
Опоры ВЛ 220 кВ с грозозащитными тросами						
I	13	I–II	24	24	24	12
		III	24	24	24	6
II	13	I–II	24	12	12	12
		III	6	6	6	6
	14	I–II	24	24	24	12
		III	24	24	12	6

Окончание табл. П6.4

Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень отбраковки	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз и высоте опор			
			до 60 ч		61–100 ч	
			До 30 м	Более 30 м	До 30 м	Более 30 м
III	17Г, 15Г, 16Г	I–II	24	24	24	12
		III	24	24	24	6
	12Г, 13Г	I–II	24	12	12	12
		III	6	6	6	6
IV	20, 19Г	I–III	24	24	24	24
	15Г	I–III	24	24	12	6
V–VII	–	I–III	24	24	24	24
Опоры ВЛ 330 кВ с грозозащитными тросами						
I	19	I–III	24	12	24	6
II	19	I–II	24	12	12	6
		III	6	6	6	6
I–II	20	I–II	24	24	24	12
		III	12	12	12	6
III	23, 22Г	I–III	24	24	24	24
	17Г	I–III	6	6	6	6
IV	29, 27Г	I–III	24	24	24	12
	21Г	I–III	24	12	24	6
V	33, 32Г	I–III	24	24	24	12
	24Г	I–III	24	12	24	6
VI–VII	–	I–III	24	12	24	12
Опоры ВЛ 220 кВ без грозозащитных тросов						
I–VII	–	I–III	6	6	–	–

Таблица П6.5

Периодичность проверок фарфоровых изоляторов двухцепных опор ВЛ с грозозащитными тросами

Напряжение, кВ	Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень отбраковки	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз	
				до 60 ч	61–100 ч
35	I–VII	–	I–II	24	24
			III	24	6
110	I–VII	–	I–III	6	6
220	I–II	–	I–III	6	6
	III–IV	12Г–16Г	I–III	6	6

Окончание табл. П6.5

Напряжение, кВ	Степень загрязненности атмосферы	Всего изоляторов в гирлянде	Уровень отбраковки	Периодичность проверок (лет) при среднегодовой продолжительности гроз	
				до 60 ч	61–100 ч
330	III–VII	Более 16	I–III	12	12
	I–III	–	I–III	*6*	*6*
	IV-VII	См. табл. П6.4			

Примечание. Если по схеме сети цепи не резервируют одна другую, то следует пользоваться табл. П6.2–П6.4.

В случаях, когда на линии имеются участки (опоры) с различными уровнями отбраковки и условиями работы изоляции, периодичность проверок определяется по преобладающим условиям или раздельно для одинаковых групп, например, промежуточных и анкерных опор.

1.3. Если периодичность проверок электрической прочности фарфоровых изоляторов по табл. П6.2–П6.5 составляет один раз в 24 года, то в середине этого периода должна предусматриваться контрольная выборочная проверка 10–15 % гирлянд для оценки уровня отбраковки и при необходимости сокращение принятых ранее сроков проверок изоляторов линии электропередачи (участка).

1.4. Интервалы между проверками электрической прочности фарфоровых изоляторов не должны отличаться более чем на два года от периодичностей, установленных в соответствии с п. 1.2.

1.5. После проверок фарфоровых изоляторов на электрическую прочность должны заменяться все неисправные фарфоровые изоляторы, включая нулевые и не замененные ранее разбитые изоляторы, обнаруженные при осмотрах. Интервалы между проверками и заменами выявленных неисправных изоляторов не должны превышать одного года, если в соответствии с табл. П6.1 они не подлежат замене в течение месяца. Если количество неисправных фарфоровых изоляторов в гирлянде менее указанного в табл. П6.1, то допускается их замена во время очередного капитального ремонта ВЛ.

1.6. Уровни отбраковки (процент отказов по электрической прочности) фарфоровых изоляторов оцениваются по результатам проверок изоляции линии и определяются следующим образом.

1.6.1. Если имеются данные о среднегодовой отбраковке (процент в год) при работе с начала эксплуатации:

Уровень отбраковки	До 6 лет	До 12 лет	До 18 лет	Св. 18 лет
I	0–0,3	0–0,2	0–0,15	0–0,15
II	0,3–0,5	0,2–0,4	0,15–0,3	0,15–0,25
III	0,5–1,0	0,4–0,5	0,3–0,4	0,25–0,4

1.6.2. Если имеются данные о среднегодовой отбраковке (процент в год) только за последние 6 лет эксплуатации ВЛ:

Уровень отбраковки	До 6 лет вкл.	Св. 6 до 12 лет вкл.	Св. 12 до 18 лет вкл.	Св. 18 лет
I	0–0,3	0–0,1	0–0,1	0–0,1
II	0,3–0,5	0,1–0,2	0,1–0,15	0,1–0,15
III	0,5–1,0	0,2–0,25	0,15–0,2	0,15–0,2

1.7. Прочерки в графе «Всего изоляторов в гирлянде» (см. табл. П6.1–П6.5) относятся к гирляндам, количество изоляторов в которых соответствует указанному в ПУЭ и «Инструкции по проектированию изоляции в районах с чистой и загрязненной атмосферой» (М.: СПО Союзтехэнерго, 1984) для районов с данной степенью загрязненности атмосферы.

2. Сроки замены неисправных изоляторов на ВЛ 750 кВ*

Выявленные неисправные изоляторы подлежат замене в следующие сроки.

Степень загрязненности	Всего изоляторов	Количество неисправных изоляторов в гирлянде (не менее), подлежащих замене в течение	
		месяца	года
I–II	До 39	8	6
I–VII	40 и более	10	8

Если количество неисправных изоляторов менее указанного, то они должны заменяться в сроки, устанавливаемые главным инженером предприятия, но не позднее очередного капитального ремонта.

* Решение Главэлектросети Минэнерго СССР от 23.01.1991 г. № ЭС-1/91 «О сроках замены неисправных изоляторов ВЛ 750 кВ».

МЕТОД РАСЧЕТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ОПОР ВЛ ПРИ ВНУТРЕННЕМ ЗАГНИВАНИИ

При отбраковке на ВЛ древесины с внутренним загниванием следует пользоваться методом, предложенным инженером Мосэнерго В. В. Шелеховым. Сущность метода заключается в следующем:

1. Условно принимают, что при любой форме внутреннего загнивания древесины здоровая часть ее представляет в сечении либо круговое кольцо с ядром в центре (при полном внутреннем загнивании – рис. П7.1, *а*), либо круговое кольцо с ядром в центре (при неполном внутреннем загнивании – рис. П7.1, *б*).

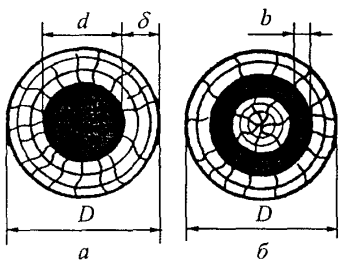

Рис. П7.1. Условное сечение детали деревянной опоры:
а – при полном внутреннем загнивании; *б* – при неполном внутреннем загнивании

2. Путем измерений (двух для траверсы и трех для прочих деталей) определяют среднюю толщину наружного здорового слоя древесины (при неполном внутреннем загнивании) и диаметр здоровой сердцевины (ядра), а также среднюю толщину гнилого слоя древесины.

3. Выявленная измерениями здоровая часть детали с внутренним загниванием, имеющая момент сопротивления на изгиб W, приравнивается к равнопрочной детали, имеющей круглое сечение с вполне здоровой древесиной (равнопрочное сечение).

4. Отбраковка, так же как и при наружном загнивании, производится на основе сравнения диаметра равнопрочного сечения (эквивалентный диаметр $d_э$ для кольца и $d_о$ для кольца с ядром) с минимально допустимым диаметром для данной детали.

Нормы отбраковки те же, что и при наружном загнивании (см. разд. 4).

5. Значения указанных выше величин W, $d_э$, $d_о$ для каждого определенного случая находятся по кривым рис. П7.2, построенным по приводимым ниже формулам:

$$d, K_1 = \sqrt[3]{\frac{D^4 - d^4}{D}} \quad \text{(кривая I)},$$

где D – наружный диаметр кольца, см;

d – внутренний диаметр кольца, см;

K_1 – коэффициент, учитывающий дополнительное ослабление прочности древесины за счет ее старения, неоднородности и прочих скрытых дефектов. K_1 принимается (в зависимости от толщины δ наружного здорового слоя древесины) равным 0,7–1.

$$W = 0{,}1 \cdot D^3, \text{ (кривая II)},$$

где W – момент сопротивления на изгиб для круга, см^3;

D – диаметр круга.

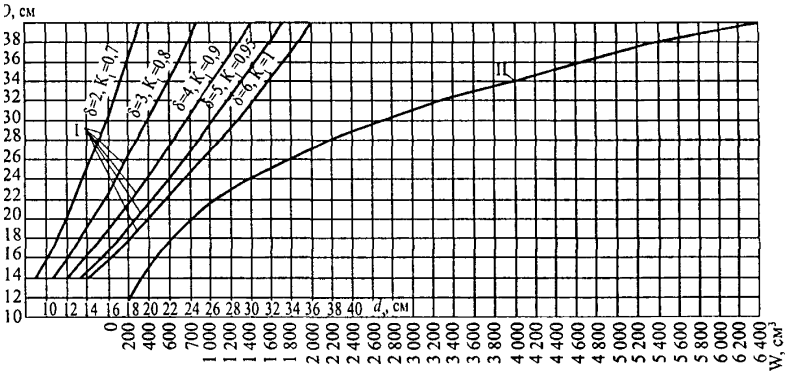

Рис. П7.2. Кривые зависимости эквивалентных диаметров и моментов сопротивлений

6. При определении эквивалентного диаметра d_0 для сечения в форме кольца с ядром необходимо предварительно найти его момент сопротивления. Для практических целей в данном случае этот момент сопротивления может быть принят равным сумме моментов сопротивления кольца $W_э$ и ядра W_c. По кривой II для момента сопротивления W_0 находят затем соответствующий диаметр d_0 равнопрочного сечения. Ряд примеров, поясняющих порядок пользования описанным выше методом отбраковки древесины при внутреннем загнивании, приводится ниже. При этом следует дополнительно, руководствоваться следующим:

1) ослабление древесины по месту внутреннего загнивания сквозными трещинами или крупными сучками учитывается при отбраковке путем уменьшения найденного по кривым эквивалентного диаметра на 1–2 см;

2) ослабление древесины по месту внутреннего загнивания врубками и притесами учитывается как наружное загнивание на глубину врубок;

3) при наличии в одном и том же сечении наружного и внутреннего загнивания следует сначала по наружному загниванию, не принимая во внимание внутреннего, определить диаметр оставшейся здоровой древесины, а затем, приняв этот диаметр за наружный, производить отбраковку по внутреннему загниванию в соответствии с изложенным выше;

4) определение эквивалентных диаметров (по кривым) не требуется в следующих случаях:

а) деталь опоры при полном внутреннем загнивании имеет среднюю толщину наружной здоровой части древесины 2 см и менее. В этом случае деталь подлежит немедленной замене;

б) деталь опоры при внутреннем загнивании (полном и неполном) имеет среднюю толщину наружного здорового слоя древесины более 6 см. В этом случае деталь по внутреннему загниванию не отбраковывается;

в) деталь опоры при неполном внутреннем загнивании имеет среднюю толщину наружного здорового слоя древесины 2 см и менее.

В этом случае загнивание следует учитывать как наружное (с поверхности) с глубиной, равной средней глубине внутреннего загнивания.

Примеры пользования методом отбраковки древесины при внутреннем загнивании

Пример 1. Приставка с наружным диаметром в опасном сечении $D = 30$ см имеет полное внутреннее загнивание по тому же сечению (рис. П7.3, *а*). Минимально допустимый диаметр данной приставки $d_{мин} = 19$ см.

Результаты измерений: 3/10; 4/10; 5/10. В числителе указывается, на какой глубине (в сантиметрах) от поверхности начинается внутреннее загнивание, а в знаменателе – на какой глубине оно заканчивается.

По месту загнивания имеется сквозная продольная трещина.

Поскольку в данном случае загнивание внутреннее полное, сечение здоровой части имеет форму кольца. Средняя толщина наружной здоровой части древесины составит:

$$\delta = \frac{3+4+5}{3} = 4 \text{ см}.$$

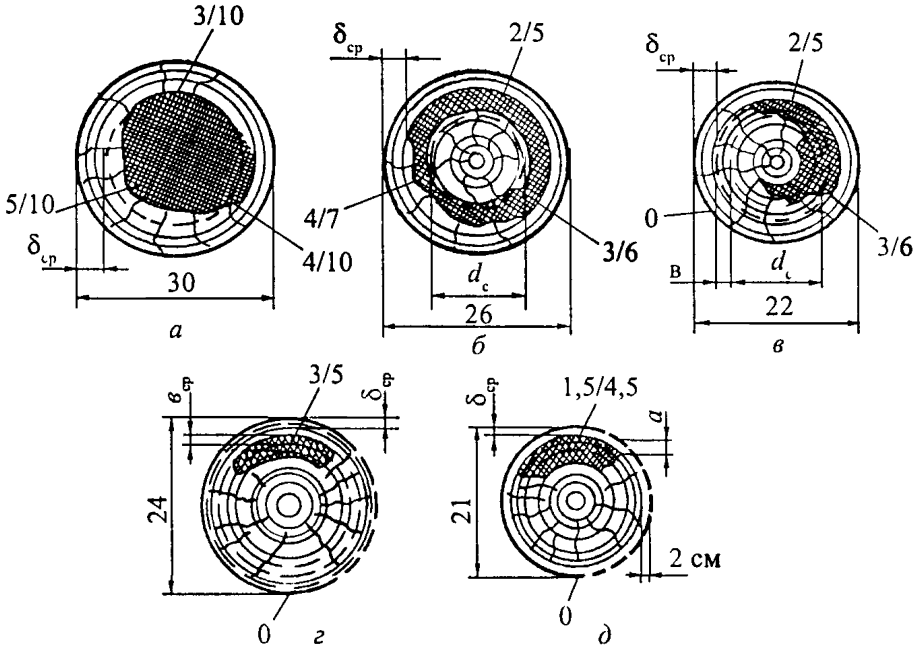

Рис. П7.3. Примеры внутреннего загнивания древесины:
а – приставка имеет полное загнивание; *б, в* – приставка имеет неполное загнивание; *г, д* – траверса имеет неполное загнивание.
Примечание: *а* – глубина загнивания траверсы (учитывается как наружное загнивание)

По кривой I для δ = 4 см и D = 30 см находим эквивалентный диаметр $d_э$ = 24 см. Учитывая наличие сквозной трещины, уменьшаем найденный диаметр на 1 см и получаем $d_э$ = 23 см.

Сравнивая этот диаметр равнопрочного круглого сечения с минимально допустимым для данной приставки, устанавливаем, что приставка не подлежит замене.

Пример 2. Приставка с наружным диаметром в опасном сечении D = 26 см имеет неполное внутреннее кольцевое загнивание по тому же сечению (рис. П7.3, *б*). Минимально допустимый диаметр приставки $d_{мин}$ = 18 см. Результаты измерений: 2/5; 3/6; 4/7.

Поскольку загнивание внутреннее неполное, сечение здоровой части имеет форму кольца с ядром в центре. Средняя толщина наружного здорового слоя древесины кольца составит:

$$\delta_{ср} = \frac{2+3+4}{3} = 3 \text{ см}.$$

По кривой I для δ = 3 см и D = 26 см находим эквивалентный диаметр для кольца $d_э$ = 18 см. В данном случае учитывается так-

же прочность здоровой сердцевины (ядра). Диаметр ее будет равен:

$$d_c = 26 - \frac{5+6+7}{3}2 = 14 \text{ см}.$$

По кривой II находим:

для $d_э = 18$ см $\quad W_э = 580$ см^3;
для $d_c = 14$ см $\quad W_c = 280$ см^3.

Для определения эквивалентного диаметра d_o сечения в форме кольца с ядром необходимо найти его момент сопротивления. Он принимается приближенно равным сумме $W_э$ и W_c, т. е. 860 см^3.

По той же кривой II для $W_o = 860$ см^3 находим соответствующий диаметр $d_o = 20{,}5$ см, который оказывается больше минимально допустимого. Таким образом, приставка замене не подлежит.

Пример 3. Приставка с наружным диаметром в опасном ссчении $D = 22$ см имеет в этом сечении внутреннее загнивание, как показано на рис. П7.3, *в*.

Оно приравнивается к кольцевому внутреннему загниванию.

Минимально допустимый диаметр 16 см.

Результаты измерений: первого – 2/5; второго – 3/7; третьего – загнивание не обнаружено.

Третьим измерением загнивание не обнаружено и не определена в то же время толщина наружного здорового слоя древесины в этом месте. В этом случае среднюю толщину наружного здорового слоя $д_{ср}$ определяем по двум измерениям, а среднюю толщину гнилого слоя $в_{ср}$, которую условно считаем распределенной по окружности, – по трем измерениям. Таким образом,

$$\delta_{ср} = \frac{2+3}{2} = 2{,}5 \text{ см}.$$

По кривой I находим: $d_э = 14{,}5$ см.

$$в_{ср} = \frac{(5-2)+(7-3)+0}{3} = 2{,}3 \text{ см}.$$

$$d_c = D - (\delta_{ср} + в_{ср})2 = 22 - (2{,}5 + 2{,}3)2 = 12{,}4 \text{ см}.$$

Моменты сопротивления для найденных диаметров $d_э$ и d_c находим по кривой II:

$$W_э = 300 \text{ см}^3;$$
$$W_c = 200 \text{ см}^3.$$

W_o принимаем равным 500 см^3.

По той же кривой II находим **диаметр равнопрочного сечения** $d_o = 17$ см.

Приставка замене не подлежит.

Пример 4. Траверса, диаметр которой в опасном сечении $D_1 = 24$ см (рис. П7.3, г) имеет по этому сечению загнивание, определяемое следующими измерениями; первое – 3/5; второе – загнивание не обнаружено.

По другому опасному сечению $D_2 = 21$ см (рис. П7.3, *д)* траверса имеет загнивание, определяемое следующими измерениями: первое – 1,5/4,5; второе – загнивание не обнаружено.

Минимально допустимый диаметр для данной траверсы $d_{мин} = 16$ см.

В опасном сечении траверса имеет врубку глубиной 2 см.

Проверка траверсы по первому сечению

Учитывая наличие врубки как наружное загнивание, **следует наружный** диаметр траверсы в этом сечении принять равным

$$D_1 = 24\frac{(2+0)}{2}2 = 22 \text{ см}.$$

В соответствии с соображениями, приведенными в предыдущем примере, внутреннее загнивание траверсы по этому сечению приравниваем к внутреннему кольцевому загниванию со средней толщиной здорового наружного слоя $\delta = 3$ см.

По кривой I для $D_1 = 22$ см и $\delta = 3$ см находим эквивалентный диаметр:

$$d_{э1} = 15{,}8 \text{ см}.$$

Средняя толщина **гнилого** кольцевого **слоя, определяемая по двум** измерениям, равна

$$в_{ср.} = \frac{(5-3)+0}{2} = 1 \text{ см}.$$

Диаметр здоровой сердцевины равен

$$d_{c1} = D_1 - (д_{ср.} + в_{ср.})\,2 = 22 - (3 + 1)\,2 = 14 \text{ см}.$$

По кривой II по известным $d_{э1}$, и d_{c1}, находим:

$$W_{э1} = 400 \text{ см}^3;$$

$$W_{c1} = 280 \text{ см}^3.$$

Принимая $W_{o1} = 680$ см^3 находим по этой же кривой II соответствующий ему диаметр равнопрочного сечения $d_{o1} = 19$ см. Сравнивая его с минимально допустимым диаметром $d_{мин} = 16$ см, приходим к выводу, что траверса по данному сечению замене не подлежит.

Проверка по второму сечению

По этому сечению траверса имеет внутреннее одностороннее загнивание, которое условно приравнивается к внутреннему кольцевому загниванию с толщиной здорового наружного слоя, равной

$$\delta = 1{,}5 \text{ см},$$

т. е. менее 2 см.

Такое загнивание учитывается как наружное, средняя глубина которого равна

$$d_{ср}\frac{(4{,}5-1{,}5)+0}{2} = 1{,}5 \text{ см}.$$

Учитывая, кроме того, наличие врубки с боковой стороны (рис. П7.3, *д*), получаем диаметр здоровой части древесины в этом сечении, равный

$$d_0 = 21 - \frac{(4{,}5-1{,}5)+2+0}{3}2 = 17{,}66 \text{ см}.$$

Врубка учитывается как загнивание с третьей стороны.

При минимально допустимом диаметре $d_{мин}$ = 16 см траверса не подлежит замене.

Приложение 8

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЛ 35–800 КВ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Общие данные по ВЛ

1.1. Номинальные напряжения ВЛ переменного трехфазного тока – 35, 110, 150, 220, 330, 400, 500, 750 и 1150 кВ, ВЛ постоянного тока – 800 кВ (±400 кВ).

1.2. Расчетными режимами для ВЛ, согласно ПУЭ, являются нормальный, аварийный и монтажный режимы.

Для каждого режима работы ВЛ предусматриваются соответствующие требования к конструктивным элементам ВЛ.

1.3. Основными элементами ВЛ являются: трасса, опоры, фундаменты, провода, грозозащитные тросы, заземляющие устройства опор, изоляция, арматура. Характеристики элементов (справочные данные) приведены ниже.

2. Трасса ВЛ

2.1. Местности, по которым проходят трассы ВЛ, в зависимости от их заселенности подразделяются на населенную, ненаселенную, труднодоступную, застроенную.

2.2. При прохождении ВЛ по лесным массивам вырубается просека, ширина которой определяется требованиями ПУЭ.

2.3. Для обеспечения сохранности ВЛ, проведения нормального технического обслуживания и капитальных ремонтов вдоль ВЛ установлены охранные зоны. Размеры зон приведены в разд. 4.

2.4. Для размещения опор ВЛ отводятся площади земельных участков в постоянное (бессрочное) пользование, равные площадям, занимаемым опорами (с учетом оттяжек), плюс полосы земли по контуру опор шириной 2 м.

2.5. Для проведения капитальных ремонтов и строительно-монтажных работ на трассе ВЛ отводятся площади земельных участков в краткосрочное пользование (см. п. 4.2.4).

3. Опоры и фундаменты

3.1. Опоры на ВЛ применяются как типовые, унифицированные, так и индивидуальных конструкций.

3.2. В зависимости от назначения опоры ВЛ могут быть промежуточные, промежуточно-угловые, анкерные, анкерно-угловые, транспозиционные, концевые, специальные (переходные) и др.

3.3. Опоры могут быть одноцепными, двухцепными и многоцепными (более двух цепей). Опоры ВЛ переменного тока могут быть одноцепными (с подвеской на одной опоре проводов трех фаз одной цепи), двухцепными (с подвеской на одной опоре проводов двух цепей одного или разных напряжений) и многоцепными (с подвеской на одной опоре более чем двух цепей).

Опоры ВЛ постоянного тока могут быть однополюсными (с подвеской на опорах одного полюса) или двухполюсными (с подвеской на опорах двух полюсов).

Воздушные линии переменного и постоянного тока могут быть с грозозащитным тросом и без него.

Расположение проводов на опорах может быть горизонтальным, вертикальным, в несколько ярусов.

3.4. Опоры ВЛ и их детали (элементы) изготавливаются из железобетона, металла, древесины, пластмассовых и стекловолокнистых материалов.

3.5. Опоры выполняются свободностоящими, с оттяжками, с креплением подвесок на гибких элементах (канатах).

3.6. Схемы и характеристики железобетонных, металлических, деревянных опор ВЛ переменного тока и их элементов приведены на рис. П8.1-П8.7 и в табл. П8.1-П8.5.

3.7. В наименовании (шифре) опор ВЛ переменного тока отражаются следующие признаки:

а) вид опоры: П – промежуточная, У – угловая и анкерно-угловая, С – специальная (ответвительная, транспозиционная, повышенная и т. п.);

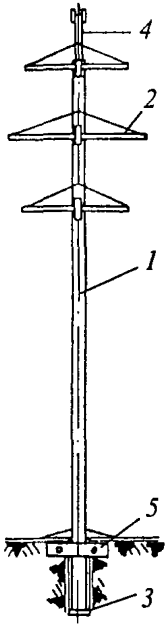

Рис. П8.1. Детали железобетонной свободностоящей опоры:
1 – стойка (ствол) опоры; *2* – траверса; *3* – поддон (подпятник); *4* – тросостойка; *5* – ригель

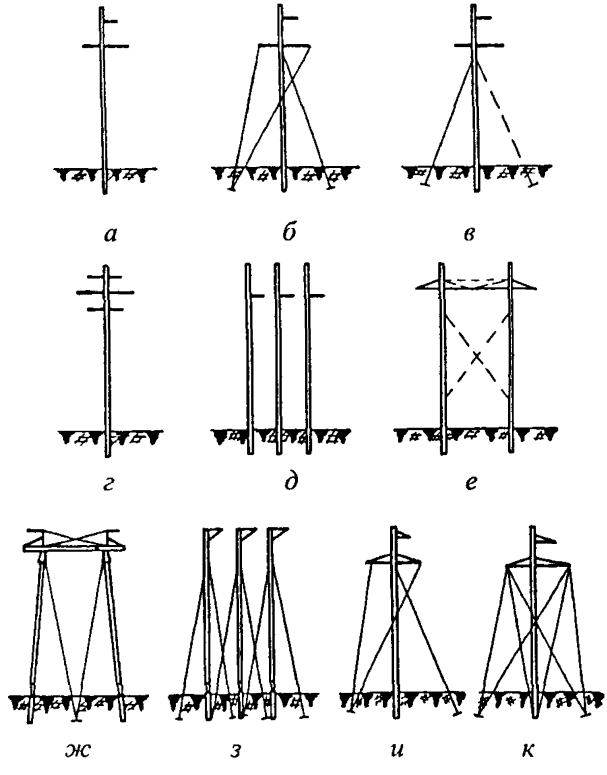

Рис. П8.2. Схемы железобетонных опор 35–500 кВ: *а* – промежуточной одностоечной одноцепной; *б* – анкерно-угловой одноцепной с оттяжками; *в* – промежуточно-угловой одноцепной с оттяжкой; *г* – промежуточной одностоечной двухцепной; *д* – анкерно-угловой трехстоечной одноцепной; *е* – промежуточной портальной одноцепной; *ж* – портальной одноцепной с оттяжками; *з,и,к* – анкерно-угловой одностоечной одноцепной с оттяжками

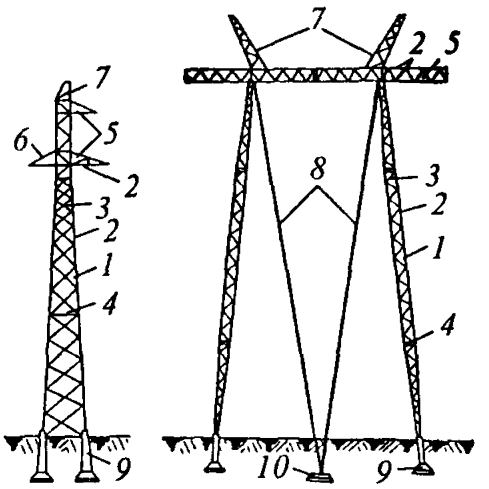

Рис. П8.3. Детали металлических опор и их элементы: *а* – свободностоящая одностоечная одноцепная опора, *б* – портальная с оттяжками опора; *1* – стойка (ствол) опоры; *2* – пояс стойки (траверсы); *3* – решетка; *4* – диафрагма; *5* – траверсы; *6* – тяга; *7* – тросостойки; *8* – оттяжки; *9* – фундамент (подножник); *10* – анкерная плита

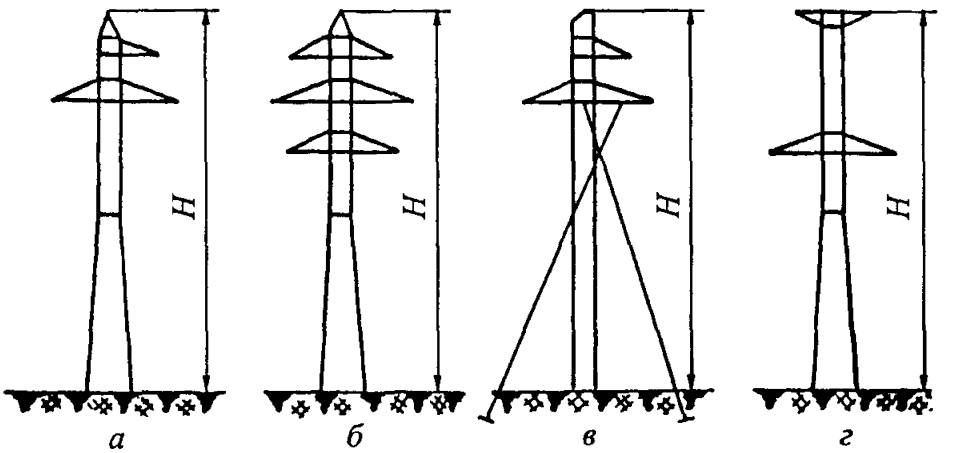

Рис. П8.4. Схемы металлических опор 35–330 кВ:
а – свободностоящей одноцепной; *б* – свободностоящей двухцепной; *в* – на оттяжках одноцепной; *г* – свободностоящей с горизонтальным расположением проводов

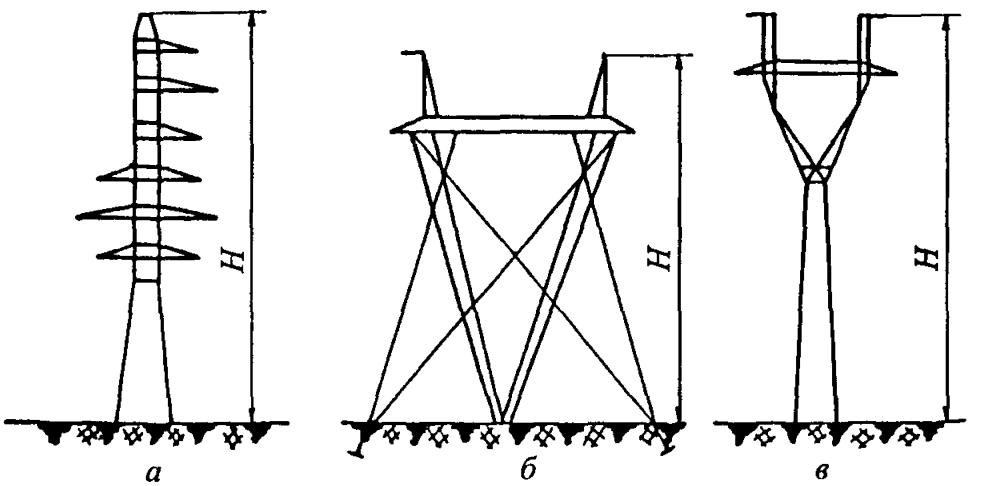

Рис. П8.5. Схемы металлических опор 110 и 330 кВ:
а – ответвительной типа УС 110-8; *б* – промежуточной типа П 330-5; *в* – промежуточной для районов с интенсивной пляской проводов типа ПС 330-7

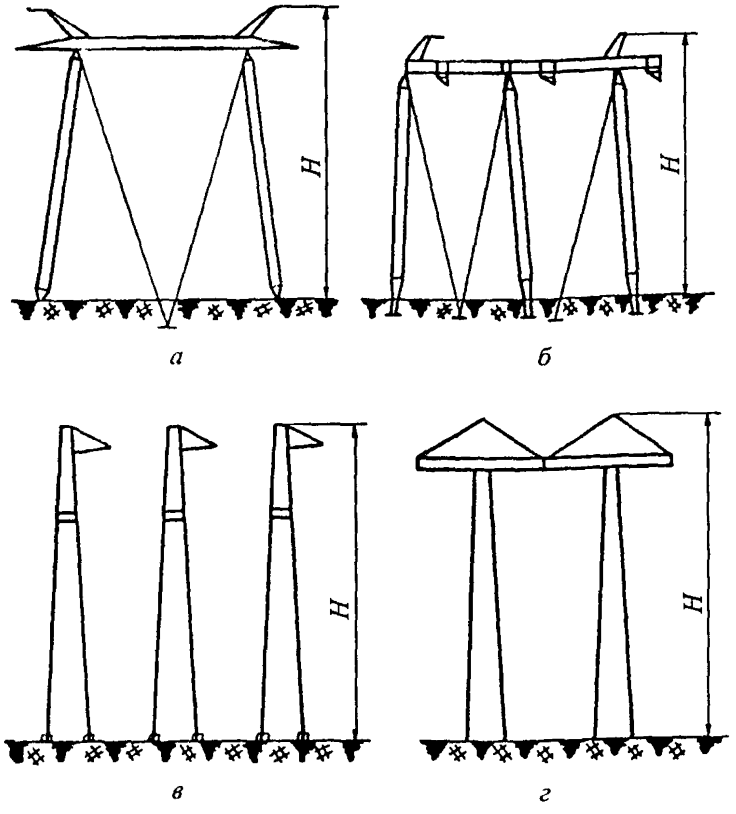

Рис. П8.6. Схемы металлических опор 500–750 кВ:
а - промежуточной на оттяжках; *б* – анкерно-угловой на оттяжках; *в* – анкерно-угловой свободностоящей; *г* – промежуточной свободностоящей

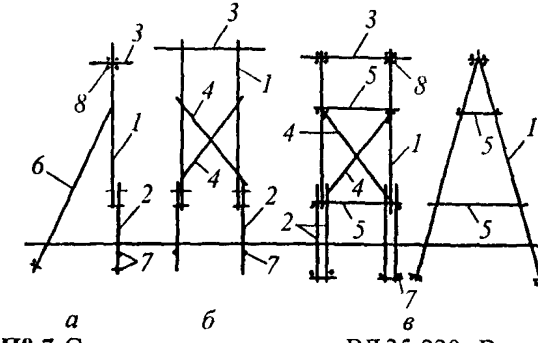

Рис. П8.7. Схемы деревянных опор ВЛ 35-220 кВ и их детали:
а – одностоечная опора с подкосом; *б* – промежуточная П-образная опора с раскосами (ветровыми связями); *в* – анкерно-угловая АП-образная опора; 1 – стойка; 2 – приставка; 3 – траверса; 4 – раскос (ветровая связь); *5* – распорка; 6 – подкос; 7 – ригели; *8* – подтраверсный брус

Таблица П8.1

Характеристики железобетонных опор

Шифр опоры	Схема опоры (см. рис. П8.2)	Тип стойки	Район гололедности	Марка проводов	Марка грозозащитных тросов	Объем железобетона, $м^3$	Масса металлоконструкций, кг	Угол поворота, град.
ПВ 35-1В	*а*	СВ-1	I–II	АС-70 – АС-150	С-35	1,42	72	–
ПВ 35-2В	*г*	СВП-2	I–IV	АС-50 – АС-150	С-35	1,82	545	–
ПВ 35-3В	*а*	СВ-1	III–IV	АС-70 – АС-150	С-35	1,42	72	–
ПВ 35-5В	*а*	СВП-1	I–II	АС-50 – АС-150	С-35	1,82	457	–
ПВ 35-7В	*а*	СВП-1	III–IV	АС-50 – АС-150	С-35	1,82	457	–
УБ 35-1В	*б*	СВ-2	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	1,42	508	0–60
УБ 35-3В	*д*	СВ-1	I–IV	АС-70	С-35	4,26	81	0–60
ПУСБ 35-1В	*в*	СВ-1	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	1,42	131	–
УСБ 35-1В	*а*	СВ-2	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	1,42	573	0–60
ПБ 35-1	*а*	СК-1	I–II	АС-95 – АС-150	С-35	1,67	122	–
ПБ 35-2	*г*	СК-2	I–II	АС-95 – АС-150	С-35	1,81	299	–
ПБ 35-3	*а*	СК-1	III–IV	АС-95 – АС-150	С-35	1,67	118	–
ПБ 35-4	*г*	СК-1	III–IV	АС-95 – АС-150	С-35	1,67	299	–
УБ 35-1	*в*	СК-6	I–IV	АС-95 – АС-150	С-35	2,2	270	0–60
ПУСБ 35-1	*в*	СК-1	I–IV	АС-95 – АС-150	С-35	1,67	211	–
ПБ 110-1	*а*	СК-1	I–II	АС-70 – АС-150	С-50	1,67	216	–
ПБ 110-3	*а*	СК-2	I–II	АС-185 – АСО-240	С-50	1,81	216	–
ПБ 110-5	*а*	СК-2	III–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	1,81	255	–
УБ 110-1	*б*	СЦ-1	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2,1	1 586	0–60
ПБ 110-2	*г*	СК-2	I–II	АС-70 – АСО-1 20	С-50	1,81	522	–
ПБ 110-4	*г*	СК-4	I–II	АС-185 – АСО-240	С-50	2,55	422	–
ПБ 110-6	*г*	СК-1	III–IV	АС-70 – АС- 120	С-50	1,67	522	–
ПБ 110-8	*г*	СК-4	I–II	АС-150	С-50	2,52	484	–
ПБ 110-8	*г*	СК-4А	III–IV	АС-150 – АСО-240	С-50	2,52	484	–

Окончание табл. П8.1

Шифр опоры	Схема опоры (см. рис. П8.2)	Тип стойки	Район гололедности	Марка проводов	Марка грозозащитных тросов	Объем железобетона, $м^3$	Масса металлоконструкций, кг	Угол поворота, град.
ПБ 110-10	*г*	СК-7	I–II	АС-120 – АС-150	С-50	2,52	523	–
ПБ 150-1	*а*	СК-2	I–IV	АС-1 20 – АСО-240	С-50	1,82	316	–
ПБ 150-2	*г*	СК-4	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	2,52	596	–
ПБ 150-2	*г*	СК-4А	I–IV	АС-120 – АСО-240	С-50	2,52	596	–
ПБ 220-1	*а*	СК-5	I–II	АСО-300 – АСО-400	С-70	2,52	447	–
ПБ 220-1	*а*	СК-4А	I–IV	АСО-300 – АСО-400	С-70	2,52	447	–
ПБ 220-3	*а*	СК-7	I–II	АСО-300 – АСО-400	С-70	2,52	577	–
ПБ 330-3	*е*	СК-5	I–IV	2 АСО-300 – 2 АСО-400	С-70	5 04	2 301	–
ПБ 330-1	*е*	СК-4А	I–IV	2 АСО-300 – 2 АСО-400	С-70	5,04	1 118	–
Специальные опоры								
ПСБ 150-1	*е*	СК-1	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	3,34	360	–
ПСБ 220-1	*е*	СК-2	I–IV	АС-300 – АСО-400	С-70	3,62	429	–
ПУСБ 110-1	*в*	СК-2	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	1,81	414	–
ПСБ 110-1	*а*	СК-4	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2,52	301	–
УСБ 110-1	*и*	СЦ-1	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2,1	1 789	0–60
УСБ 110-3	*б*	СЦ-1	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2,1	1 521	0–60
КСБ 110-1	*к*	СЦ-2	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2,1	1 967	–
ПБ 500-1	*ж*	СЦ-4	II–IV	3хАСО-330 – 3хАСО-500	С-70	5,13	2 577	–
УБ 500-1	*з*	СЦ-3	II–IV	3хАСО-330 – 3хАСО-500	С-70	7,8	8 513	0–60

Таблица П8.2

Основные данные железобетонных стоек

Шифр стойки	Напрягаемая арматура		Марка бетона	Предельный момент, тс·м		Размеры стойки					Масса стойки, кг
	Вид	Количество, диаметр, мм		по прочности	по трещиностойкости	Длина, м	Диаметр, мм		Толщина стенки, мм		
							вверху	внизу	вверху	внизу	
1. Центрифугированные стойки											
СК-1	Стержневая	10; 12	400	28,2	7,13	22,6	334	560	55	65	4 630
СК-1-1	– » –	10; 12	400	28,8	7,13	22,6	334	560	55	65	4 580
СК-1п	Проволочная	100; 48	500	24,22	15,61	22,6	334	560	55	65	4 500
СК-1пр	Прядевая	14; 12	500	24,22	15,61	22,6	334	560	55	65	4 500
СК-2	Стержневая	10; 12	400	32,6	6,9	22,6	334	560	55	75	5 060
СК-2-1	– » –	10; 12	400	32,8	6,9	22,6	334	560	55	75	5 000
СК-2п	Проволочная	120; 48	500	28,55	18,84	22,6	334	560	55	75	4 880
СК-2пр	Прядевая	18; 12	500	28,55	18,84	22,6	334	560	55	75	4 900
СК-4	Стержневая	12; 12	500	47,2	11,07	26,0	410	650	55	75	6 960
СК-4-1	– » –	12; 12	500	46,75	11,07	26,0	410	650	55	75	6 870
СК-4п	Проволочная	140; 48	500	43,11	27,18	26,0	410	650	55	75	6 790
СК-4пр	Прядевая	20; 12	500	43,11	27,18	26,0	410	650	55	75	6 800
БЗЗ	Стержневая	20; 12	500	–	–	26,4	560	560	55	75	6 290
СК-3	– » –	10; 12	400	22,8	8,2	22,6	334	560	50	50	3 940
СК-5	– » –	12; 12	500	47,2	11,07	26,0	410	650	55	75	6 990
СК-5-1	– » –	12; 12	500	46,75	11,07	26,0	410	650	55	75	6 910
СК-5п	Проволочная	140; 48	500	43,11	27,18	26,0	410	650	55	75	6 810
СК-5пр	Прядевая	20; 12	500	43,11	27,18	26,0	410	650	55	75	6 820
СК-6	Стержневая	12; 20	500	58,3	23,2	19,5	410	650	65	80	6 990

Окончание табл. П8.2

Шифр стойки	Напрягаемая арматура		Марка бетона	Предельный момент, тс·м		Размеры стойки					Масса стойки, кг
	Вид	Количество, диаметр, мм		по прочности	по трещиностойкости	Длина, м	Диаметр, мм		Толщина стенки, мм		
							вверху	внизу	вверху	внизу	
СК-7	– » –	12; 12	500	54,2	10,6	26,0	410	650	55	75	7 100
СК-7-1	– » –	12; 12	500	54,0	10,6	26,0	410	650	55	75	7 010
СН-1	Стержневая	10; 12	500	54,9	8,72	22,2	334	560	55	75	4 550
СН-2	– »–	10; 12	400	43	8,53	22,6	334	560	55	75	4 500
СН-3	– » –	10; 12	400	35,96	8,47	22,6	334	560	55	75	4 150
СЦ-1	– » –	12; 12	500	27,6	9,5	22,2	560	560	60	60	5 800
СЦ-1-1	– » –	12; 12	500	28,9	9,5	22,2	560	560	60	60	5 770
СЦ-1п	Проволочная	120; 48	500	28,8	17,8	22,2	560	560	60	60	5 700
СЦ-1пр	Прядевая	16; 12	500	28,3	17,4	22,2	560	560	60	60	5 700
СЦ-2	– » –	12: 12	500	31,4	9,4	22,2	560	560	60	60	5 780
СЦ-3	Стержневая	14; 18	500	36,6	15,8	22,2	560	560	60	60	6 750
СЦ-4	– » –	14; 14	500	24,2	14,0	22,2	560	560	50	50	4 500
СЦ-4-1	– » –	14; 14	500	24,2	14,0	22,2	560	560	50	50	4 420
СЦ-4п	Проволочная	84; 48	500	20,7	14,0	22,2	560	560	50	50	5 700
СЦ-4пр	Прядевая	14; 12	500	23,1	14.0	22,2	560	560	50	50	4 275
СЦ-4А	Стержневая	20; 12	500	47,3	19,6	26,0	410	650	55	75	
2. Вибрированные стойки											
СВ-1	Стержневая	8; 12	300	11,6	4,2	16,4	210	380			3 550
СВ-1-1	– » –	6; 12	300	13,95	4,2	16,4	210	380	–	–	3 550
СВ-2	– » –	6; 12	400	9,6	4,09	16,4	380	210	–	–	3 550
СВ-2-1	– » –	6; 12	400	9,75	4,09	16,4	380	210	–	–	3 550
СВ-3	– » –	6; 12	300	10,3	3,54	16,4	210	380	–	–	3 550
СВ-3-1	– » –	6; 12	300	10,6	3,54	16,4	210	380	–	–	3 550

Таблица П8.3

Характеристики металлических опор

Шифр опоры	Схема опоры	Высота опоры*, м	Район гололедности	Марка проводов	Марка грозозащитных тросов	Масса опоры, кг		Угол поворота, град.
						без цинка	с цинком	
1. Нормальные промежуточные опоры (см. рис. П8.4)								
П 35-1	*а*	21	I–IV	АС-70 – АС- 150	С-35	1 471	1 529	–
П35-2	*б*	23	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	1 796	1 868	–
У 35-1	*а*	14	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	2 949	3 046	0–60
У 35-2	*б*	17,5	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	4 325	4 954	0–60
П 110-1	*а*	25	I–II	АС-70 – АС-95	С-50	1 876	1 951	–
П 110-3	*а*	25	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	2 446	2 646	–
П 110-5	*а*	28	III–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2 574	2 673	–
П 110-7	*в*	26	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	2 661	2 746	–
П 110-2	*б*	31	I–II	АС-120 – АС-95	С-50	2 637	2 731	–
П 110-4	*б*	31	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	3 189	3 909	–
П 110-6	*б*	35	III–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	3 730	3 856	–
П 150-1	*а*	28	I–IV	АС-120 – АСО-240	С-50	2 607	2 705	–
П 150-2	*б*	35	I–IV	АС-120 – АСО-240	С-50	3 795	3 925	–
У 110-1	*а*	20,7	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	5 000	5 149	–
У 110-2	*б*	24,7	I–IV	АС^70 – АСО-240	С-50	7 891	8 108	–
У 110-3Н	*а*	19,9	I–IV	АС-95 – АС-150	С-50	2 996	–	–
У 110-4Н	*б*	23,9	I–IV	АС-95 – АС-150	С-50	4 674	–	–
2. Специальные пониженные промежуточные опоры (см. рис. П8.4)								
ПС 35-2	*б*	20	I–IV	АС-70 – АС-150	С-35	1 619	1 683	–
ПС 110-3	*а*	21	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	2 039	2 124	–
ПС 110-5	*а*	24	III–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	2 167	2 248	–
ПС 110-4	*б*	27	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	2 821	2 924	–
ПС 110-6	*б*	31	III–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	3 280	3 390	–
ПС 110-7	*в*	21	I–II	АС-120 – АСО-240	С-50	2 384	2 461	–

* Обозначена буквой *Н* на рис. П8.4 – П8.6.

Продолжение табл. П8.3

Шифр опоры	Схема опоры	Высота опоры*, м	Район гололедности	Марка проводов	Марка грозозащитных тросов	Масса опоры, кг		Угол поворота, град.
						без цинка	с цинком	
3. Специальные промежуточные опоры для горных районов и городской застройки (см. рис. П8.4)								
ПС 35-4	*б*	29,5	III–IV	АС-70 – АС- 150	С-35	2 073	2 152	–
ПС 110-9	*а*	35,7	III–IV	АС-95 – АСО-240	С-50	2 866	2 962	–
ПС 110-10	*б*	29,5	II–IV	АС-95 – АСО-240	С-50	4 651	4 795	–
ПС 110-11	*в*	28	III–IV	АС- 120 –АСО-240	С-50	3 051	3 143	–
ПС 110-13	*а*	35,7	I–II	АС-70 – АСО-240	С-50	2 268	2 345	–
4. Специальные промежуточные угловые и анкерно-угловые (см. рис. П8.4)								
ПУС 110-1	*а*	29,5	III–IV	АС-95 – АСО-240	С-50	4 414	4 565	–
ПУС 110-2	*б*	35,5	III–IV	АС-95 – АСО-240	С-50	6 685	6 894	–
УС 110-3	*а*	20,7	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	5 244	5 399	0–60
УС 110-5	*а*	25,7	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	6 210	6 378	0–60
УС 110-6	*б*	30,7	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	10 639	10 906	0–60
УС 110-7	*б*	24,7	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	7 687	7 893	0–60
УС 110-8	*а* (см. рис. П8.5)	35,7	I–IV	АС-70 – АСО-240	С-50	12 193	12 527	0–60
5. Нормальные опоры (см. рис. П8.4)								
П 220-1	*в*	32	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	3 651	3 748	–
П 220-3	*а*	36	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	4 689	4 853	–
П 220-3	*б*	36	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	6 100	6 321	–
У 220-1	*а*	25,1	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	–	–	0–60
У 220-3	*г*	10,5	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	–	–	0–60
У 220-2	*б*	31,6	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	–	–	0–60

6. Пониженные и для горных линий (см. рис. П8.4)								
ПС 220-1	*в*	23	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	3 116	3 200	–
ПС 220-3	*а*	31	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	4 045	4 195	–
ПС 220-2	*б*	36	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	4 045	4 195	–
ПС 220-2	*б*	36	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	5 399	5 596	–
ПС 220-6	*а*	32,6	III–IV	АСО-300 (400)	С-70	5 556	5 747	–
ПС 220-7	*в*	32	III–IV	АСО-300 (400)	С-70	4 226	4 350	–
ПС 220-6	*б*	41,5	III–IV	АСО-300 (400)	С-70	8 378	8 636	–
7. Специальные промежуточно-угловые опоры для горных районов и городской застройки (см. рис. П8.4)								
ПУС 220-1	*а*	32,3	III–IV	АСО-300 (400)	С-70	6 815	7 043	–
ПУС 220-2	*б*	44,7	III–IV	АСО-300 (400)	С-70	10 187	10 487	–
УС 220-5	*а*	30,1	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	10 801	11 074	0–60
УС 220-6	*б*	36,6	I–IV	АСО-300 (400)	С-70	18 308	18 685	0–60
8. Нормальные опоры (см. рис. П8.4)								
П 330-3	*а*	37,7	I–II	2 АСО-300 (400)	С-70	6 145	6 367	–
П 330-5	*б* (см. рис. П8.5)	29,5	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	4 457	4 608	–
П 330-2	*б*	43,5	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	9 958	10 275	–
У 330-1	*а*	26	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	12 847	13 159	–
У 330-3	*г*	19,3	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	10 370	10 644	–
У 330-2	*б*	33,5						
9. Специальные опоры (см. рис. П8.4)								
ПС 330-3	*а*	32,8	I–II	2 АСО-300 (400)	С-70	5 411	5 605	–
ПС 330-2	*б*	38,5	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	8 955	9 247	–
ПС 330-5	*а*	38,5	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	7 763	8 021	–
ПС 330-6	*б*	43,5	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	10 907	11 254	–
ПС 330-7	*в* (см. рис. П8.5)	31	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	7 479	7 731	–
УС 330-2	*б*	44,3	I–IV	2 АСО-300 (400)	С-70	30 591	31 247	–

Окончание табл. П8.3

Шифр опоры	Схема опоры	Высота опоры*, м	Район гололедности	Марка проводов	Марка грозозащитных тросов	Масса опоры, кг		Угол поворота, град.
						без цинка	с цинком	
10. Типовые опоры 500 кВ (см. рис. П8.6)								
ПБ1	*а*	32	II	3 АСО-400 (500)	С-70	6 584	6 781	–
ПБ2	*а*	32	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	6 756	6 969	–
ПБ3	*а*	32	II	3 АСО-400 (500)	С-70	7 373	7 594	–
ПБ4	*а*	32	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	7 819	8 054	–
ПБ5	*а*	32	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	8 193	8 439	–
Р1	*в*	31	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	10 828	11 153	–
Р2	*в*	31	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	11 492	19 837	–
ПУБ 2	*а*	32,3	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	9 423	9 706	0–2
ПУБ 5	*а*	32,3	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	8 297	9 555	2–5
ПУБ 20	*б*	32,3	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	13 361	13 761	5–20
У1	*б*	24,5	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	15 871	16 347	0–5
У2	*б*	24,5	II–IV	3 АСО-400 (500)	С-70	17 068	17 580	0–60
11. Опоры 750 кВ (см. рис. П8.6)								
ПО	*а*	39,6	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	15 723	–	–
ПМО	*а*	39,6	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	13 592	–	–
ПП	*г*	40	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	23 412	–	–
ПУ5	*г*	39,6	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	25 415	–	0–5
АУ16	*в*	26,8	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	28 837	–	0–60
АУ25	*в*	35,6	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	45 782	–	0–60
АУ30	*в*	40,6	III–IV	4 АСУ-400	АСУС-70	62 025	–	0–60

Таблица П8.4

Характеристики деревянных опор

Шифр опоры	Марка проводов	Расход материалов	
		Лес, $м^3$	Металл, кг
1. Нормальные опоры			
ПД 35-1	АС-50 – АС-120	2,2	43
ПД 35-2	АС-150	2,6	43
ПД 35-5	АС-50 – АС-150	3,1	31
ПД 110-1	АС-70 – АС-120	2,3	43
ПД 110-3	АС-150 – АС-185	2,8	44
ПД 110-5	АС-70– АС-185	3,2	31
ПД 110-9	АС-50 – АС-185	4,3	187
УД 110-9	АС-50 – АС-185	4,9	706
УД 110-1	АС-50 – АС-185	6,8	298
УД 110-3	АС-50 – АС-185	7,1	483
УД 110-5	АС-50 – АС-185	6,8	501
УД 110-7	АС-50 – АС-185	7,2	686
2. Специальные опоры			
ПДС 35-1	АС-50– АС-150	3,0	55
ПДС 35-5	АС-120 – АС-150	3,3	48
ПДС 110-1	АС-50 – АС-185	3,2	55
ПДС 110-5	АС-50– АС-185	3,4	48
ПДС 35-11	АС-50 – АС-150	1,7	31
ПДС ИО-11	АС-70 – АС-185	1,9	31
УДС 110-9	АС-50 – АС-185	4,3	209
УДС 110-3	АС-50 – АС-185	14,7	705
УДС 110-1	АС-50 – АС-185	14,7	520
УДС 110-5	АС-50 – АС-120	13,7	783
УДС 110-7	АС-50 – АС-120	14,1	973
3. Опоры 220 кВ			
ПД 220-1	АСО-300 – АСО-500	5,0	94
ПД 220-3	АСО-300 – АСО-500	5,8	76
УД 220-1	АСО-300 – АСО-500	11,5	568
УД 220-5	АСО-300 – АСО-500	12,2	928
УД 220-3	АСО-300 – АСО-500	12,1	791
УД 220-7	АСО-300 – АСО-500	12,9	1 151
ПДС 220-1	АСО-300 – АСО-500	3,5	75
УДС 220-1	АСО-300 – АСО-500	16,8	672
УДС 220-3	АСО-300 – АСО-500	17,4	895
УДС 220-5	АСО-300 – АСО-500	19,4	1 178
УДС 220-7	АСО-300 – АСО-500	20,5	1 401

Шифр опоры	Марка проводов	Расход материалов	
		Лес, $м^3$	Металл, кг
4. Усовершенствованные опоры			
УД 110-11	АС-70 – АС-185	5,0	237
УД 110-13	АС-70 – АС-185	5,3	421
УД 110-15	АС-70 – АС-185	5,3	330
УД 110-17	АС-70 – АС-185	5,7	519
5. Упрощенные опоры			
ПДВ 35-1	АС-50 – АС-95	1,8	20
ПДВ 35-3	АС-50 – АС-150	1,9	34
ПДВ 110-1	АС-70 – АС-120	1,9	20
ПДВ 110-3	АС-70 – АС-185	2,0	34
ПДВ 220-1	АСО-240 – АС-500	4,1	54
УДВ 110-1	АС-50 – АС-120	3,2	154
УДВ 110-3	АС-50 – АС-120	3,6	203
УДВ 110-5	АС-50 – АС-185	4,5	229
УДВ 110-7	АС-50 – АС-185	4,8	390
УДВ 110-9	АС-50 – АС-185	5,2	360
УДВ 110-11	АС-50 – АС-185	5,5	521
УДВ 220-1	АСО-240 – АСО-500	6,4	454
УДВ 220-3	АСО-240 – АСО-500	7,0	676
УДВ 220-5	АСО-240 – АСО-500	7,5	609
УДВ 220-7	АСО-240 – АСО-500	8,2	831
УДВ 220-9	АСО-240 – АСО-500	5,3	1 339
УДВ 220-11	АСО-240 – АСО-500	5,3	1 444

Таблица П8.5

Объем круглых лесных материалов

Диаметр бревна в верхнем отрубе, см	Объем ($м^3$) при длине бревна, м																		
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13
12	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30
13	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33
14	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37
15	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42
16	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,46
17	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51
18	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56
19	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36	0,38	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,58	0,62
20	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,52	0,55	0,59	0,63	0,67
21	0,16	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,40	0,42	0,46	0,50	0,53	0,56	0,60	0,64	0,68	0,73
22	0,18	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,50	0,54	0,57	0,61	0,65	0,70	0,74	0,79
23	0,20	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,47	0,51	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70	0,75	0,80	0,85
24	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,55	0,58	0.63	0,67	0,71	0,76	0,81	0,86	0,91
25	0,23	0,26	0,29	0,32	0,36	0,39	0,43	0,47	0,50	0,54	0,59	0,63	0,67	0,72	0,77	0,82	0,87	0,93	0,98
26	0,25	0,28	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72	0.78	0,83	0,88	0,93	0,99	1,05
27	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06	1,13
28	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,95	1,01	1,07	1,13	1,20
29	0,31	0,35	0,39	0,44	0,48	0,53	0,58	0,62	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,95	1,01	1,08	1,14	1,21	1,28
30	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,66	0,72	0,78	0,83	0,89	0,95	1,02	1,08	1,15	1,21	1,29	1,36
31	0,36	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,66	0,71	0,77	0,83	0,88	0,95	1,01	1,08	1,15	1,22	1,29	1,37	1,45
32	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,70	0,76	0.82	0,88	0,94	1,00	1,08	1,15	1,22	1,29	1,37	1,45	1,53

б) материалы опор: Б – железобетон, Д – дерево; для металлических опор буквенное обозначение материала не приводится;

в) напряжение, кВ: 35, 110 и т. д.

Указанные буквы и цифры составляют первую часть шифра, после которого через дефис пишется порядковый номер опоры (по унификации, по каталогу); одноцепные опоры обозначаются нечетными цифрами, а двухцепные – четными.

Например, П110-6 – промежуточная стальная двухцепная опора для ВЛ напряжением 110 кВ; УБ35-3 – анкерно-угловая железобетонная одноцепная опора для ВЛ напряжением 35 кВ; ПД110-5 – промежуточная деревянная одноцепная опора.

Опоры, предназначенные для применения в специальных условиях, шифруются как нормальные с добавлением буквы С к первой части шифра, например, ПС 110-9.

Стойки железобетонных опор шифруются буквой С с добавлением цифры, обозначающей порядковый номер. Для вибрированных стоек после буквы С добавляется буква В. Варианты армирования обозначаются буквами, проставляемыми после порядкового номера стойки: П – проволочное; ПР – прядевое.

Шифровка стоек железобетонных опор с единицей через дефис (СК-1-1, СК-2-1) обозначает, что для их армирования применено стержневое армирование сталью класса А-V.

Шифры элементов деревянных опор состоят из двух частей. Первая часть шифра обозначает назначение детали: 1 – стойка, 2 – приставка, 3 – траверса и т. д.; во второй части проставляется порядковый номер, принимаемый сквозным (начиная с 1) для каждого вида деталей.

3.8. Железобетонные опоры ВЛ переменного тока (см. рис. П8.1) имеют следующие основные детали: ствол или стойка опоры, траверсы (металлические или железобетонные), ригели и поддоны (подпятники), тросостойки, фундамент (железобетонные подножники, сваи).

Железобетонные опоры ВЛ изготавливаются центрифугированными или вибрированными с предварительно напряженной и ненапряженной стержневой, проволочной, прядевой, стеклопластиковой арматурой.

Схемы типовых железобетонных опор приведены на рис. П8.2. Характеристики железобетонных опор и стоек приведены в табл. П8.1 и П8.2.

3.9. Металлические опоры ВЛ переменного тока (см. рис. П8.3) имеют следующие детали: стойка или ствол опоры (пояса, решетки, диафрагмы, косынки и накладки), траверсы (пояса, решетки, тяги и косынки), тросостойки или тросовые траверсы (пояса, решетки), оттяжки, узлы крепления изолирующих подвесок.

Металлические опоры и их детали изготовляются из стали, сплавов легких металлов (алюминия).

Стальные опоры защищаются от коррозии горячей оцинковкой или горячей оцинковкой с дополнительной покраской, покраской лакокрасочными материалами.

Схемы типовых металлических стальных опор приведены на рис. П8.4 – П8.6, а их характеристики – в табл. П8.3.

3.10. Деревянные опоры ВЛ переменного тока (см. рис. П8.7) имеют следующие основные детали: стойки, приставки (пасынки), сваи, траверсы, раскосы (ветровые связи), распорки, подкосы, ригели, подтраверсные брусья.

Деревянные детали опор изготавливаются из сосны и лиственницы. Для деталей опор ВЛ 35 кВ, кроме траверс и приставок, допускается применение ели и пихты.

Применяемые для опор бревна должны быть пропитаны антисептиком. Допускаются к применению непропитанные бревна из воздушно-сухой лиственницы влажностью не более 25 %.

Детали опор могут выполняться как из круглого, так и из пиленого леса.

Характеристики деревянных опор приведены в табл. П8.4, а объем бревен, применяемых для изготовления деталей деревянных опор, – в табл. П8.5.

3.11. Для металлических и железобетонных опор применяются сборные железобетонные (реже металлические) фундаменты (подножники), железобетонные сваи, монолитные бетонные или железобетонные фундаменты – массивы, ростверки. При скальных грунтах фундаментом может быть сама скала, к которой опора крепится анкерными болтами, забетонированными в скале.

Для железобетонных опор фундаментами могут быть также части стоек опор, находящихся в грунте.

Для деревянных опор фундаментами являются железобетонные или деревянные приставки, зарываемые в грунт, сваи-приставки, забиваемые в грунт, части стальных стоек, установленные в грунт.

3.12. При полностью обводненных грунтах по согласованию с проектными организациями допускается уменьшение глубины заложения фундаментов при условии устройства обвалования (банкеток).

4. Провода и грозозащитные тросы

4.1. На ВЛ применяются неизолированные многопроволочные и полые провода сталеалюминиевые, алюминиевые, из алюминиевых сплавов, стальные, медные, бронзовые, сталебронзовые и др.

Преимущественная область применения различных марок проводов и описание их конструкции приведены в табл. П8.6.

Характеристики проводов приведены в табл. П8.7, а их обозначения по ГОСТ 839–80, ГОСТ 839–74, ГОСТ 839–59 и техническим условиям – в табл. П8.8.

4.2. Грозозащитные тросы применяются для защиты ВЛ от прямых ударов молнии и атмосферных перенапряжений.

Грозозащитные тросы используются также для высокочастотной связи и в качестве силовых элементов ВЛ (на больших переходах). В качестве грозозащитных тросов применяются стальные канаты и провода, сталеалюминиевые неизолированные провода, сталебронзовые и бронзовые провода. Характеристики и обозначения стальных канатов и проводов, применяемых в качестве грозозащитных тросов, приведены в табл. П8.7.

5. Заземляющие устройства опор ВЛ переменного тока

5.1. Заземляющие устройства, применяемые на ВЛ, служат для отвода в землю импульсных токов, токов короткого замыкания, емкостных токов, обеспечения необходимого уровня грозоупорности линии, а также для обеспечения безопасности людей при ненормальных режимах работы ВЛ (обрыв проводов, повреждение изоляции).

5.2. Заземляющее устройство состоит из заземлителей, находящихся в грунте, и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части опор или молниеотводов с заземлителем.

5.3. В качестве заземлителей используются металлические проводники из круглой или полосовой стали, трубы, уголки, а также находящиеся в грунте элементы оснований металлических и железобетонных опор (подножники, фундаменты части стоек).

5.4. Заземлители могут быть контурными, подфундаментными, глубинными, протяженными.

5.5. На деревянных опорах заземляющие проводники должны иметь на высоте 2–2,5 м от земли разъемные болтовые соединения.

Присоединение заземляющих проводников к телу (элементам) металлических опор или к арматуре железобетонных опор производится сваркой или на болтах.

6. Линейная изоляция

6.1. На ВЛ применяются подвесные, стержневые и штыревые изоляторы.

6.2. Изолирующая деталь изоляторов изготавливается из фарфора, стекла, из органических полимерных материалов (стеклопластиков, пластмасс, эпоксидных компаундов и т. п.).

6.3. Подвесные изоляторы собираются в гирлянды изоляторов.

Количество изоляторов в гирлянде выбирается в зависимости от номинального напряжения ВЛ, материала опор, зоны загрязненности, высоты подвески изоляторов над уровнем моря, типа применяемого изолятора.

6.4. Гирлянды изоляторов в сборе с линейной арматурой применяются в виде поддерживающих и натяжных изолирующих подвесок токоведущих элементов ВЛ, грозозащитных тросов, прикрепляемых к опорам.

6.5. Крепление подвесных (стержневых) изоляторов к опорам осуществляется с помощью сцепной арматуры, а проводов (тросов) к изоляторам – с помощью поддерживающих и натяжных зажимов.

6.6. Штыревые изоляторы крепятся к опорам с помощью штырей, крюков, а провода к этим изоляторам крепятся с помощью проволочной вязки или специальной арматуры.

6.7. Характеристики типов изоляторов, применяемых на ВЛ, приведены в табл. П8.9.

7. Линейная арматура

7.1. В зависимости от назначения линейная арматура делится на следующие основные виды: сцепная, поддерживающая, натяжная, соединительная, контактная, защитная.

7.2. Сцепная арматура предназначена для соединения элементов подвесок и крепления их к опорам ВЛ.

К сцепной арматуре относятся: скобы, промежуточные звенья, промежуточные монтажные звенья, коромысла, узлы крепления, серьги, ушки, двусторонние пестики.

7.3. Поддерживающая арматура предназначена для крепления проводов или грозозащитных тросов к поддерживающей подвеске (опоре) и восприятия весовых и ветровых нагрузок.

К поддерживающей арматуре относятся: поддерживающие зажимы (глухие, с заделкой ограниченной прочности, скользящие, выпускающие) для одного или нескольких проводов (тросов), многороликовые поддерживающие подвесы.

7.4. Натяжная арматура предназначена для крепления проводов, грозозащитных тросов, оттяжек опор и восприятия нагрузки от их тяжения.

К натяжной арматуре относятся: болтовой натяжной зажим, клиновой натяжной зажим, прессуемый натяжной зажим, анкерный клиновой зажим, клыковой зажим.

7.5. Соединительная арматура предназначена для соединения проводов и тросов.

К соединительной арматуре относятся: овальный соединительный зажим, прессуемый соединительный зажим, плашечный соединительный зажим, ремонтный зажим, болтовой зажим.

По способу монтажа соединительные зажимы могут быть прессуемые, монтируемые скручиванием, обжатием, сваркой, взрывом, болтовые.

По конструкции соединительные зажимы бывают: овальные, зажимы для раздельной заделки сердечника и алюминиевых повивов провода, переходные петлевые для перехода с одного или нескольких проводов на один, два или более проводов того или другого типа, материала, конструкции.

Прессуемые зажимы могут выполняться как с раздельным опрессованием стальной и алюминиевой части провода, так и сваркой алюминиевой части провода и опрессованием в соединителе.

7.6. Контактная арматура предназначена для облегченного токоведущего соединения и для присоединения проводов к электрооборудованию и ответвлений от проводов. К контактной арматуре относятся: аппаратный зажим, ответвительный зажим, заземляющий зажим.

7.7. Защитная арматура предназначена для защиты изолирующих подвесок, изоляторов, проводов, грозозащитных тросов от электрических и механических повреждений.

К защитной арматуре относятся: балласт, гаситель вибрации, дистанционная распорка, защитное кольцо, защитный экран, разрядный рог, защитная муфта.

7.8. Балласты предназначены для предупреждения подтягивания («задира») поддерживающей гирлянды вверх (например, из-за изменения температуры воздуха, при установке смежных опор на разных высотах и т. д.) или слишком большого ее отклонения от вертикали при воздействии ветра. Балласты устанавливаются на одном или нескольких проводах и крепятся к поддерживающим зажимам.

7.9. Гасители вибрации устанавливаются на проводах и тросах ВЛ для предупреждения усталостных напряжений, вызываемых вибрацией. Гасители вибрации могут быть с глухими креплениями и сбрасывающего типа.

7.10. Распорки предназначены для удержания на заданном расстоянии расщепленных проводов и тросов ВЛ. Распорки бывают глухие, глухие шарнирные, выпускающие, выпускающие шарнирные, утяжеленные, лучевые, изолирующие, специальные.

Таблица П8.6

Преимущественная область применения различных марок неизолированных проводов

Марка провода	Конструкция провода	Область применения
М	Провод, состоящий из одной медной проволоки или скрученный из нескольких медных проволок	В атмосфере воздуха типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*
А	Провод, скрученный из алюминиевых проволок	В атмосфере воздуха типов I и II, при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*, кроме районов с тропическим влажным (ТВ) и тропическим сухим (ТС) климатом
АКП	Провод марки А, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной теплостойкости	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*
АС	Провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок	В атмосфере воздуха типов I и II, при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*, кроме ТС и ТВ
АСКС	Провод марки АС, но межпроволочное пространство стального сердечника, включая его наружную поверхность, заполнено нейтральной смазкой повышенной теплостойкости	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III, при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) и хлористых солей не более 200 мг/(м^2· сут) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*, кроме ТВ

Марка провода	Конструкция провода	Область применения
АСКП	Провод марки АС, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной теплостойкости	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*
АСК	Провод марки АС, но стальной сердечник изолирован двумя лентами полиэтилентерефталатной пленки. Многопроволочный стальной сердечник под полиэтилентерефталатными лентами должен быть покрыт смазкой повышенной теплостойкости	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III, при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) и хлористых солей не более 200 мг/(м^2· сут) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*
АН	Провод, скрученный из проволоки нетермообработанного алюминиевого сплава марки АВЕ	В атмосферу воздуха типов I и II, при условии содержания сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*, кроме ТВ и ТС
АНКП	Провод марки АН, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной теплостойкости	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах, с атмосферой воздуха типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*
АЖ	Провод, скрученный из проволок термообработанного алюминиевого сплава марки АВЕ	В атмосфере воздуха типов I и II, при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*, кроме ТВ и ТС
АЖКП	Провод марки АЖ, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной теплостойкости	На побережье морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*

Окончание табл. П8.6

Марка провода	Конструкция провода	Область применения
АЖС	Провод, состоящий из стального сердечника и проволок алюминиевого термообработанного сплава	В атмосфере воздуха типов I и II, при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м^2· сут) (1,5 мг/м^3) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150–69*, кроме ТС и ТВ
ПБСА	Провод, состоящий из биметаллических проволок	Область применения аналогична областям применения проводов АС, АЖС

Примечание. При применении стальной оцинкованной проволоки 2-й группы для изготовления провода марок АС в обозначении марки провода к букве С добавляют цифру 2. По требованию потребителя алюминиевые и сталеалюминиевые провода марок АКП, АНКП, АЖКП, АСКП могут изготовляться с наружной поверхностью, покрытой теплостойкой смазкой. В этом случае к обозначению марки провода добавляют букву З. Пример условного обозначения сталеалюминиевого провода, заполненного нейтральной смазкой повышенной теплостойкости, с номинальными сечениями алюминиевой части 450 мм^2 и стального сердечника 56 мм^2:

Провод АСКС 450/56, ГОСТ 839–80.

То же сталеалюминиевого провода с применением стальной проволоки 2-й группы с номинальным сечением алюминиевой части 450 мм^2 и стального сердечника 56 мм^2:

Провод АС2 450/56, ГОСТ 839–80.

То же провода из алюминиевого термообработанного сплава с номинальным сечением 50 мм^2:

Провод АЖ50, ГОСТ 839–80.

Таблица П8.7

Характеристики проводов и грозозащитных тросов

Номинальное сечение провода, троса, мм^2	Число и диаметр проволок, шт/мм		Расчетное сечение, мм^2		Расчетный диаметр, мм		Отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника	Электрическое сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км, не более	Расчетное разрывное усилие провода, троса, Н, не менее	Расчетная масса провода (без смазки), кг/км	Строительная длина, м
	токопроводящей части	стального сердечника	токопроводящей части	стального сердечника	провода	стального сердечника					
1. Сталеалюминиевые провода марок АС, АСКС, АСКП, АСК (ГОСТ 839–80)											
10/1,8	6×1,50	1×1,50	10,6	1,77	4,5	1,5	6,00	2,706	4 089	43	3 000
16/2,7	6×1,85	1×1,85	16,1	2,69	5,6	1,9	6,00	1,782	6 220	65	3 000
25/4,2	6×2,30	1×2,30	24,9	4,15	6,9	2,3	6,00	1,152	9 296	100	3 000
35/6,2	6×2,80	1×2,80	36,9	6,16	8,4	2,8	6,00	0,777	13 524	148	3 000
50/8,0	6×3,20	1×3,20	48,2	8,04	9,6	3,2	6,00	0,595	17 112	195	3 000
70/11	6×3,80	1×3,80	68,0	11,3	11,4	3,8	6,00	0,422	24 130	276	2 000
70/72	18×2,20	19×2,20	68,4	72,2	15,4	11,0	0,95	0,419	96 826	755	4 000
95/16	6×4,50	1×4,50	95,4	15,9	13,5	4,5	6,00	0,301	33 369	385	1 500
95/141	24×2,20	37×2,20	91,2	141	19,8	15,4	0,65	0,315	18 0775	1 357	4 000
120/19	26×2,40	7×1,85	118	18,8	15,6	5,6	6,25	0,244	41 521	471	2 000
120/27	30×2,20	7×2,20	114	26,6	15,4	6,6	4,29	0,253	49 465	528	2 000
150/19	24×2,80	7×1,85	148	18,8	16,8	5,5	7,85	0,205	46 307	554	2 000
150/24	26×2,70	7×2,10	149	24,2	17,1	6,3	6,14	0,204	52 279	599	2 000
150/34	30×2,50	7×2,50	147	34,3	17,5	7,5	4,29	0,206	62 643	675	2 000
185/24	24×3,15	7×2,10	187	24,2	18,9	6,3	7,71	0,154	58 075	705	2 000
185/29	26×2,98	7×2,30	181	29,0	18,8	6,9	6,24	0,159	62 055	728	2 000
185/43	30×2,80	7×2,80	185	43,1	19,6	8,4	4,29	0,156	77 767	846	2 000

185/128	54×2,10	37×2,10	187	128,0	23,1	14,7	1,46	0,154	183 816	1 525	4 000
205/27	24×3,30	7×2,20	205	26,6	19,8	6,6	7,71	0,141	63 740	774	2 000
240/32	24×3,60	7×2,40	244	31,7	21,6	7,2	7,71	0,118	75 050	921	2 000
240/39	26×3,40	7×2,65	236	38,6	21,6	8,0	6,11	0,122	80 895	952	2 000
240/56	30×3,20	7×3,20	241	56,3	22,4	9,6	4,29	0,120	98 253	1 106	2 000
300/39	24×4,00	7×2,65	301	38,6	24,0	8,0	7,81	0,096	90 574	1 132	2 000
300/48	26×3,80	7×2,95	295	47,8	24,1	8,9	6,16	0,098	100 623	1 186	2 000
300/66	30×3,50	19×2,10	288	65,8	24,5	10,5	4,39	0,100	117 520	1 313	2 000
300/67	30×3,50	7×3,50	289	67,3	24,5	10,5	4,29	0,100	126 270	1 323	2 000
300/204	54×2,65	37×2,65	298	204,0	29,2	18,6	1,46	0,097	284 579	2 428	2 000
330/30	48×2,98	7×2,30	335	29,1	24,8	6,9	11,55	0,086	88 848	1 152	2 000
330/43	54×2,80	7×2,80	332	43,1	25,2	8,4	7,71	0,087	103 784	1 255	2 000
400/18	42×3,40	7×1 ,85	381	18,8	26,0	5,6	20,27	0,076	85 600	1 199	1 500
400/22	76×2,57	7×2,00	394	22,0	26,6	6,0	17,93	0,073	95 115	1 261	1 500
400/51	54×3,05	7×3,05	394	51,1	27,5	9,2	7,71	0,073	120 481	1 490	1 500
400/64	26×4,37	7×3,40	390	63,5	27,7	10,2	6,14	0,074	129 183	1 572	1 500
400/93	30×4,15	19×2,50	406	93,2	29,1	12,5	4,35	0,071	173 715	1 851	1 500
450/56	54×3,20	7×3,20	434	56,3	28,8	9,6	7,71	0,067	131 370	1 640	1 500
500/26	42×3,90	7×2,20	502	26,6	30,0	6,6	18,86	0,058	112 548	1 592	1 500
500/27	76×2,84	7×2,20	481	26,6	29,4	6,6	18,09	0,060	112 188	1 537	1 500
500/64	54×3,40	7×3,40	490	63,5	30,6	10,1	7,71	0,059	148 257	1 852	1 500
500/204	90×2,65	37x2,65	496	204,0	34,5	18,6	2,43	0,058	319 609	2 979	1 500
500/336	54×3,40	61×2,65	490	336,0	37,5	23,9	1,46	0,059	466 649	4 005	1 200
550/71	54×3,60	7×3,60	549	71,2	32,4	10,8	7,71	0,053	166 164	2 076	1 200
600/72	54×3,70	19×2,20	580	72,2	33,2	11,0	8,04	0,050	183 835	2 170	1 200
650/79	96×2,90	19×2,30	634	78,9	34,7	11,5	8,03	0,046	200 451	2 372	1 000
700/86	96×3,02	19×2,40	687	85,9	36,2	12,0	8,00	0,042	217 775	2 575	1 000
750/93	96×3,15	19×2,50	748	93,2	37,7	12,5	8,02	0,039	234 450	2 800	1 000
800/105	96×3,30	19×2,65	821	105,0	39,7	13,3	7,83	0,035	260 073	3 092	1 000
1 000/56	76×4,10	7×3,20	1003	56,3	42,4	9,6	17,96	0,029	224 047	3 210	1 000

Продолжение табл. П8.7

Номинальное сечение провода, троса, мм^2	Число и диаметр проволок, шт/мм		Расчетное сечение, мм^2		Расчетный диаметр, мм		Отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника	Электрическое сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км, не более	Расчетное разрывное усилие провода, троса, Н, не менее	Расчетная масса провода (без смазки), кг/км	Строительная длина, м
	токопроводящей части	стального сердечника	токопроводящей части	стального сердечника	провода	стального сердечника					
2. Провода из алюминиевого сплава марки АЖС											
70/39	12×2,65	7×2,65	66,1	38,6	8	13,3	1,80	0,509	65 000	484	2 000
500/336	54×3,4	61×2,65	490	336	23,9	37,5	1,49	0,069	530 000	4 005	–
3. Биметаллический сталеалюминиевый провод марки ПБСА*											
120	19×2,8	–	44	73	14	–	–	0,658	10 000	690	1 500
4. Алюминиевые провода марок А и АКП (ГОСТ 839–80)											
16	7×1,70	–	15,9	–	5,1	–	–	1,801	3 021	43	4 500
25	7×2,13	–	24,9	–	6,4	–	–	1,150	4 500	68	4 000
35	7×2,50	–	34,3	–	7,5	–	–	0,835	5 913	94	4 000
50	7×3,00	–	49,5	–	9,0	–	–	0,578	8 198	135	3 500
70	7×3,55	–	69,3	–	10,7	–	–	0,413	11 288	189	2 500
95	7×4,10	–	92,4	–	12,3	–	–	0,311	14 784	252	2 000
120	19×2,80	–	117,0	–	14,0	–	–	0,246	19 890	321	1 500
150	19×3,15	–	148,0	–	15,8	–	–	0,194	24 420	406	1 250
185	19×3,50	–	182,8	–	17,5	–	–	0,158	29 832	502	1 000
240	19×4,00	–	238,7	–	20,0	–	–	0,121	38 192	655	1 000
300	37×3,15	–	288,3	–	22,1	–	–	0,100	47 569	794	1 000
350	37×3,45	–	345,8	–	24,2	–	–	0,083	57 057	952	1 000
400	37×3,66	–	389,2	–	25,6	–	–	0,074	63 420	1 072	1 000
450	37×3,90	–	449,1	–	27,3	–	–	0,064	71 856	1 206	1 000
500	37×4,15	–	500,4	–	29,1	–	–	0,058	80 000	1 373	1 000

7. Стальные провода марки ПС (ТУ 14-4-861–75)												
25	5×2,5	–	24,6	–	6,8	–	–	–		14 994	194	1 500
35	7×2,5	–	34,4	–	7,5	–	–	–		20 776	272	1 500
550	61×3,37	–	544,0	–	30,3	–	–	0,053		89 760	1 500	1 000
600	61×3,50	–	586,8	–	31,5	–	–	0,049		95 632	1 618	800
650	61×3,66	–	641,7	–	32,94	–	–	0,045		104 575	1 771	800
700	61×3,80	–	691,7	–	34,2	–	–	0,042		112 725	1 902	800
750	61×3,95	–	747,4	–	35,6	–	–	0,039		119 584	2 062	800
5. Провода из сталеалюминиевого сплава марок АН и АЖ (ГОСТ 839–80)												
								АН	АЖ	АН	АЖ	
16	7×1,70	–	15,9	–	5,1	–	–	1,95	2,11	3 550	4 658	43	4 500
25	7×2,13	–	24,9	–	6,4	–	–	1,24	1,34	5 109	6 972	68	4 000
35	7×2,50	–	34,3	–	7,5	–	–	0,90	0,98	7 031	9 600	94	4 000
50	7×3,00	–	49,5	–	9,0	–	–	0,62	0,68	10 140	13 827	135	3 500
120	19×2,80	–	117,0	–	14,0	–	–	0,27	0,29	23 967	32 685	321	1 500
150	19×3,15	–	148,0	–	15,8	–		0,21	0,23	30 331	41 363	406	1 250
185	19×3,50	–	182,3	–	17,5	–		0,17	0,19	37 451	51 062	502	1 000
6. Медные провода марки М (ГОСТ 839–80)												
10	1×3,57	–	9,89	–	3,6	–	–	1,820		3 881**	88	900
16	7×1,70	–	15,90	–	5,1	–	–	1,157		6 031	142	4 000
25	7×2,13	–	24,90	–	6,4	–	–	0,734		9 463	224	3 000
35	7×2,51	–	34,61	–	7,5	–	–	0,524		13 141	311	2 500
50	7×3,00	–	49,40	–	9,0	–	–	0,369		17 455	444	2 500
70	19×2,13	–	67,70	–	10,7	–	–	0,272		27 115	612	1 500
95	19×2,51	–	94,00	–	12,6	–	–	0,195		37 637	850	1 200
120	19×2,80	–	117,00	–	14,0	–	–	0,156		46 845	1 058	1 000
150	19×3,15	–	148,00	–	15,8	–	–	0,124		55 151	1 338	800
185	37×2,51	–	183,00	–	17,6	–	–	0,100		73 303	1 659	800
240	37×2,84	–	234,00	–	19,9	–	–	0,079		93 837	2 124	800
300	37×3,15	–	288,00	–	22,1	–	–	0,064		107 400	2 614	600
350	37×3,45	–	346,00	–	24,2	–	–	0,053		128 827	3 135	600
400	37×3,66	–	389,00	–	25,5	–	–	0,047		144 988	3 528	600

Окончание табл. П8.7

Номинальное сечение провода, троса, мм^2	Число и диаметр проволок, шт/мм		Расчетное сечение, мм^2		Расчетный диаметр, мм		Отношение сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника	Электрическое сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км, не более	Расчетное разрывное усилие провода, троса, Н, не менее	Расчетная масса провода (без смазки), кг/км	Строительная длина, м
	токопроводящей части	стального сердечника	токопроводящей части	стального сердечника	провода	стального сердечника					
50	12×2,3	–	49,4	–	9,2	–	–	–	29 890	396	1 500
70	19×2,3	–	76,4	–	11,5	–	–	–	46 158	632	1 500
8. Стальные канаты* **											
35	1×2,8+6×2,6	–	38,1	–	8,0	–	–	–	47 950	331	–
50	1×3,2+6×3	–	50,45	–	9,2	–	–	–	63 850	438	–
50	1×1,9+18×1,8	–	48,64	–	9,1	–	–	–	59 950	418	–
70	1×2,3+18×2,2	–	72,95	–	11	–	–	–	89 950	627	–
100	1×2,8+18×2,6	–	101,72	–	13	–	–	–	124 500	873	–
120	1×3+18×2,8	–	117,9	–	14	–	–	–	145 500	1 015	–
135	1×3,2+18×3	–	135,28	–	15	–	–	–	166 500	1 160	–
150	1×3,4+18×3,2	–	153,84	–	16	–	–	–	189 500	1 320	–
170	1×2,5+36×2,4	–	168,17	–	17	–	–	–	195 500	1 435	–
200	1×2,8+36×2,6	–	197,29	–	18,5	–	–	–	229 500	1 685	–
260	1×3,2+36×3	–	262,51	–	21	–	–	–	312 000	2 240	–
300	1×3,4+36×3,2	–	298,52	–	22,5	–	–	–	347 000	2 550	–

* Толщина алюминиевого покрытия стальных проволок не менее 0,2 мм.

** Приведены данные для проводов с медной проволокой марки МТ.

*** Характеристики приведены по ГОСТ 3062–80 (для канатов из 7 проволок), ГОСТ 3063–80 (для канатов из 19 проволок), ГОСТ 3064–80 (для канатов из 37 проволок). Проволоки канатов имеют временное сопротивление разрыву 1 400 МПа (140 кгс/мм^2).

Таблица П8.8

Обозначения проводов по ГОСТ 839–80, ГОСТ 839–74, ГОСТ 839–59 и техническим условиям (ТУ)

Сталеалюминиевые провода			
ГОСТ 839–80, ГОСТ 839–74	ГОСТ 839–59, ТУ	ГОСТ 839–80, ГОСТ 839–74	ГОСТ 839–59, ТУ
АС 10/1,8	АС-10	АС 300/39	АСО-300
АС 16/2,7	АС-16	АС 300/48	АС-300
АС 25/4,2	АС-25	АС 300/66	АСУ-300
		АС 300/67	–
АС 35/6,2	АС-35	АС 300/204	АСУС-300
АС 50/8,0	АС-50	АС 330/30	–
АС 70/11	АС-70	АС 330/43	АСО-330
АС 70/72	АСУС-70	АС 400/18	–
АС 95/16*	АС-95*	АС 400/22	–
		АС 400/51	АСО-400
АС 95/16**	АС-95**	АС 400/64	АС-400
АС 95/141	АСУС-95	АС 400/93	АСУ-400
АС 120/19	АС-120	АС 450/56	–
АС 120/27	АСУ-120	АС 500/26, АС 500/27	–
АС 150/19	АСО-150	АС 500/64	АСО-500
		АС 500/204	–
АС 150/24	АС-150	АС 550/336	АСУС-500
АС 150/34	АСУ-150	АС 500/71	–
АС 185/24	АСО-185	АС 600/72	АСО-600
АС 185/29	АС-185	АС 650/79	–
АС 185/43	АСУ-185	АС 700/86	АСО-700
АС 185/128	АСУС-185	АС 750/93	–
АС 205/27	–	АС 800/105	–
АС 240/32	АСО-240	АС 1 000/56	–
АС 240/39	АС-240		
АС 240/56	АСУ-240		

* Со стальным сердечником из семи проволок.
** Со стальным сердечником из одной проволоки.

Окончание табл. П8.8

Сталеалюминиевые провода			
Алюминиевые провода		Медные провода	
ГОСТ 839–80, ГОСТ 839–74	ГОСТ 839–59, ТУ	ГОСТ 839–80, ГОСТ 839–74	ГОСТ 839–59, ТУ
А 16	А-16		
А 25	А-25		
А 35	А-35	М 10	М-10
А50	А-50	М 16	М-16
А 70	А-70	М 25	М-25
А 95	А-95	М 35	М-35
А 120	А-120	М 50	М-50
А 150	А-150	М 70	М-70
А 185	А-185	М 95	М-95
А 240	А-240	М 120	М-120
А 300	А-300	М 150	М-150
А 350	–	М 185	М-185
А400	А-400	М 340	М-240
А 450	–	М 300	М-300
А 500	А-500	М 350	–
А 550	–	М 400	М-400
А 600	А-600		
А 650	–		
А700	–		
А 750	–		
А 800	–		

Таблица П8.9

Характеристика изоляторов

Тип изолятора	Разрушающая электромеханическая нагрузка, кН	Размеры, мм				Напряжение, кВ				Длина пути утечки, мм	Масса, кг
		Строительная высота	Диаметр тарелки	Диаметр стержня	Диаметр отверстия для стержня	пробивное	сухоразрядное	мокроразрядное	по уровню радиопомех		
1. Подвесные тарельчатые стеклянные изоляторы											
ПС6-А (ПС-4,5)	60	130	255	16	20	90	58	37	–	255	4,2
ПС6-Б	60	130	255	16	20	90	62	38	–	295	4,1
ПС6-В	60	120	320	16	20	90	60	40	–	300	5
ПС60-Д	60	127	255	16	20	130	95	30	–	290	3,7
ПС16-А	60	130	270	16	20	95	85	50	28	400	5,6
ПС70-Д	70	127	255	16	19,2	130	–	30	30	290	3,7
ПСГ70-А	70	130	270	16	20	130	–	40	30	400	5,2
ПСГ70-Д	70	127	270	16	19,2	130	–	40	–	395	4,5
ПС-8,5	110	150	290	20	27	95	70	45	–	300	6,5
ЛС-11	110	160	290	22	27	100	68	40	–	320	6
ПС-11	110	170	290	22	27	95	77	41	–	300	7,5
ПС-12	120	138	260	16	20	90	70	43	35	325	–
ПС12-А	120	140	260	16	20	90	70	40	–	325	5,7
ПСГ2-А	120	137	300	16	20	90	85	50	35	426	7,3
ПС120А	120	146	260	16	20	130	–	45	35	330	5,7
ПСГ20-А	120	137	300	16	20	130	–	45	35	425	7,3
ПС16-А	160	180	320	20	24	100	66	42	–	360	9,0
ПС16-Б (ЛС16-Б)	160	170	280	20	24	100	70	45	40	390	8,0

Продолжение табл. П8.9

Тип изолятора	Разрушающая электромеханическая нагрузка, кН	Размеры, мм				Напряжение, кВ				Длина пути утечки, мм	Масса, кг
		Строительная высота	Диаметр тарелки	Диаметр стержня	Диаметр отверстия для стержня	пробивное	сухоразрядное	мокроразрядное	по уровню радиопомех		
ПС160-Б	160	146	280	20	24	130	–	45	–	370	6,3
ПСГ160-Б	160	180	350	20	24	130	–	45	–	560	11
ПС22-А (ЛПС-22)	220	200	320	20	24	110	75	50	–	400	10,8
ПС210-Б	210	165	320	20	24	130	–	40	34	375	8,5
ПС30-А	300	217	320	24	29	110	–	–	50	350	14,2
ПС30-Б	300	185	320	24	29	110	85	50	40	418	11,8
ПС300	300	175	450	24	29	130	–	50	–	440	13,3
ПС300-Б	300	185	320	24	29	130	–	50	–	418	11,8
ПС400-А	400	200	390	29	33	130	–	55	–	450	15,9
2. Подвесные тарельчатые фарфоровые изоляторы											
ПФГ-5А (ПР-3,5)	50	198	250	16	–	110	110	43	40	470	10,4
ПА-4,5	60	140	250	16	18	130	75	40	–	–	5,8
ПФ6-А (П-4,5)	60	167	270	16	20	110	60	32	–	285	6,5
ПФ6-Б (ПМ-4,5)	60	140	270	16	20	110	60	32	–	280	6,0
ПФ6-В (ПФЕ-4,5)	60	134	270	16	20	125	60	32	35	355	5,0
ПФГ6-А (НС-2)	60	198	270	16	20	110	107	50	40	470	8,1
ПФ70-В	70	134	270	16	20	130	–	32	30	355	5
ПФГ70-Б	70	125	270	16	20	130	–	40	28	375	4,8
П-6	80	180	300	20	22	120	82	47	–	–	8,4

ПФГ-8 (НЗ-6)	80	214	300	20	–	120	105	51	–	470	13,5
ПЦ-7	95	185	300	20	22	140	86	45	–	305	9,0
ПФ-9,5 (П-7)	95	183	300	20	25	125	86	46	–	305	10,4
ПФ-12 (ПВ-9)	120	162	300	16	18	125	82	48	–	300	7,7
ПФЕ-11	145	180	320	20	24	125	85	55	40	419	9,0
ПФ-14,5 (П-11)	145	215	350	24	31	125	85	55	–	365	14,1
ПФ16-А	160	173	280	20	24	125	68	40	40	385	9,0
ПФ160-А	160	173	280	20	24	135	–	40	40	385	9,0
ПФГ-16	160	180	360	20	24	125	115	60	45	555	13,0
ПФ20-А (ПФЕ-16)	200	194	350	20	24	125	68	44	40	420	12,8
ПФГ-20	200	190	380	20	24	125	115	60	–	588	14,5
3. Стержневые фарфоровые изоляторы											
СП-110/ 1,5	60	1241	150/75*	16	18	–	420	350	–	1 960	28,3
VKLS-75/21	120	1240	195/75*	16	–	–	420	295	–	3 350	39,0
VKLS-85/21	160	1270	205/85*	20	–	–	415	295	–	3 350	47,0
4. Полимерные изоляторы											
ЛК 70/35	122	700/340**	90/29***	–	–	–	210****	188****	–	860	2,5
ЛК 70/ 110-3	122	1 280/980**	90/29***	–	–	–	518****	500****	–	–	3,85
ЛК 70/220-3	122	2 095/1 724**	90/29***	–	–	–	880****	850****	–	4 950	6,19
ЛК 160/220	190	2 174/1 847**	110/37***	–г	–	–	1 090****	1 090****	–	4 930	8,7
ЛК 70/330-3	122	2 995/2 675**	90/29***	–	–	–	950****	950****	–	6 850	7,6
ЛК 160/330	190	3 034/2 690**	110/37***	–	–	–	1 100****	1 100****	–	7 240	12,0
ЛК 300/330	316	3 000/2 596**	130/44***	–	–	–	820****	820****	–	6 930	17,1
ЛК 160/500	190	3 880/3 530**	110/37***	–	–	–	1 310****	1 310****	–	9 600	15,4
ЛК 300/500	316	3 856/3 430**	130/44***	–	–	–	1 310****	1 310****	–	9 140	21,42
ЛК 160/750	190	6 180/5 380**	110/37***	–	–	–	1 550****	1 550****	–	14 480	26,75
ЛК 300/750	316	6 117/5 190**	130/44***	–	–	–	1 550****	1 550****	–	13 870	40,61

Окончание табл. П8.9

Тип изолятора	Разрушающая электромеханическая нагрузка, кН	Размеры, мм				Напряжение, кВ				Длина пути утечки, мм	Масса, кг
		Строительная высота	Диаметр тарелки	Диаметр стержня	Диаметр отверстия для стержня	пробивное	сухоразрядное	мокроразрядное	по уровню радиопомех		
5. Штыревые фарфоровые изоляторы											
ШД-35	30	275	255	–	–	155	120	80	–	–	9,8
ШФ35-А	30	287	267	–	–	156	120	80	–	402	10,1
ШФ35-Б (ШЖБ-35)	16	285	310	–	–	200	135	90	–	700	12,7
ШФ35-В (ШМ-35)	30	275	280	–	–	170	140	95	–	640	9,6

Примечание. В скобках даны старые обозначения изоляторов.* В числителе приведен диаметр ребра, в знаменателе – диаметр тела изолятора.

** В числителе приведена общая строительная высота изолятора, в знаменателе – длина изоляционной части.

*** В числителе приведен диаметр ребра, в знаменателе – диаметр стержня.

**** Выдерживаемое напряжение коммутационного импульса с формой волны 250/2 500 мкс в сухом состоянии приведено в гр. 8, а под дождем – в гр. 9

Приложение 9

ДОПУСТИМЫЕ РАССТОЯНИЯ ОТ ПРОВОДОВ И ГРОЗОЗАЩИТНЫХ ТРОСОВ ДО РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

1. Наименьшие расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли, сооружений, дорог и рек (по вертикали)[1]*

Наименование пересекаемых объектов или участков трассы	Наименование расстояния по вертикали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
До поверхности земли							
1.1. Населенная местность:							
а) нормальный режим	7	7	7,5	8	11	15,5	23
б) обрыв провода в соседнем пролете	4,5	4,5	5	5,5	6	6	–
1.2. Ненаселенная местность	6	6	6,5	7	7,5	8	12
1.3. Труднодоступная местность (болота, топи и т. п)	5	5	5,5	6	6,5	7	10
1.4. Недоступные склоны гор, скалы, утесы и т. п.	3	3	3,5	4	4,5	5	7,5
1.5. Районы тундры, пустынь, степей с почвами, непригодными для земледелия	6	6	6	6,5	6,5	7	–
До сооружений							
1.6. Производственные здания, сооружения промышленных предприятий, выполненные из несгораемых материалов, в населенной местности (нормальный режим)	3	4	4	5	6	7	12
1.7. Воздушные линии с линиями связи (ЛС) и линиями радиосвязи (РС) до проводов или тросов:							
а) ВЛ на деревянных опорах при наличии грозозащитных устройств, а также ВЛ на металлических и железобетонных опорах (при нормальном режиме)	3	3	4	4	5	5	Согласно проекту ВЛ

Продолжение

Наименование пересекаемых объектов или участков трассы	Наименование расстояния по вертикали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
б) ВЛ на деревянных опорах при отсутствии грозозащитных устройств (при нормальном режиме)	5	5	6	6	7	7	–
в) при обрыве проводов ВЛ в смежных пролетах на ВЛ с подвесной изоляцией	1	1	1,5	2	2,5	3,5	–
1.8. Надземные трубопроводы и канатные дороги до любой выступающей части:							
а) нормальный режим	4	4	4,5	5	6	6,5	12 (до трубопровода) 10 (до канатной дороги)
б) обрыв провода в соседнем пролете	1	2	2,5	3	4	–	–
1.9. Плотины и дамбы:							
а) до отметки гребня и бровки откоса	6	6	6,5	7	7,5	8	12
б) до наклонной поверхности откосов	5	5	5,5	6	6,5	7	12
в) до поверхности воды, переливающейся через плотину	4	4	4,5	5	5,5	6	7
До дорог							
1.10. Неэлектрифицированные железные дороги широкой колеи общего и необщего пользования и узкой колеи общего пользования (до головки рельса):							
а) нормальный режим	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5	20
б) обрыв провода в соседнем пролете	6	6	6,5	6,5	7	–	–
1.11. Неэлектрифицированные железные дороги узкой колеи необщего пользования (до головки рельса):							
а) нормальный режим	6,5	6,5	7	7,5	8	8,5	12
б) обрыв провода в соседнем пролете	4,5	4,5	5	5	5,5	–	–

Продолжение

Наименование пересекаемых объектов или участков трассы	Наименование расстояния по вертикали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
1.12. Электрифицированные*[2] или подлежащие электрификации железные дороги*[3] до верхнего провода или несущего троса:							
а) нормальный режим	Как при пересечении ВЛ между собой (см. п. 3 настоящего приложения)						10
б) обрыв провода в соседнем пролете	1	1	2	2	2,5	3,5	–
1.13. Автомобильные дороги:							
а) до полотна дороги при нормальном режиме	7	7	7,5	8	8,5	9	16
б) до полотна дороги при обрыве провода в соседнем пролете	5	5	5,5	5,5	6	–	–
в) до транспортных средств при нормальном режиме	2,5	2,5	3	3,5	4	4,5	7,5
1.14. Троллейбусные линии:							
а) до высшей отметки проезжей части при нормальном режиме	11	11	12	12	13	13	–
б) до проводов контактной сети или несущих тросов при нормальном режиме	3	3	4	4	5	5	–
в) до проводов контактной сети или несущих тросов при обрыве провода в соседнем пролете	1	1	2	2	2,5	–	–
1.15. Трамвайные линии при нормальном режиме ВЛ							
а) до головки рельса	9,5	9,5	10,5	10,5	11,5	11,5	–
б) до проводов контактной сети или несущих тросов	3	3	4	4	5	5	–
в) при обрыве провода в соседнем пролете до проводов или несущих тросов трамвайной линии	1	1	2	2	2,5	–	–
До рек							
1.16. Судоходные реки, каналы и т. п.:							

Продолжение

Наименование пересекаемых объектов или участков трассы	Наименование расстояния по вертикали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
а) до габарита судов или сплава при наибольшем уровне высоких вод и высшей температуре	2	2	2,5	3	3,5	4	5,5 (до габаритов судов) 12 (до сплава и до верхней палубы судов)
б) до наибольшего уровня высоких вод	6	6	6,5	7	7,5	8	10
1.17. Несудоходные реки, каналы и т. п.							
а) до наибольшего уровня высоких вод при температуре плюс 15 °С	3	3	3,5	4	4,5	5	10
б) до уровня льда рек, каналов и т. п. при температуре минус 5 °С и при наличии гололеда (для ВЛ 750 кВ – без ветра)	6	6	6,5	7	7,5	8	12

2. Наименьшие расстояния приближения ВЛ к различным объектам и сооружениям (по горизонтали)*1

Наименование объектов, сооружений	Наименование расстояния по горизонтали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
2.1. Лесные массивы и зеленые насаждения, ширина просек:							
а) в насаждениях высотой до 4 м	Не менее расстояния между крайними проводами ВЛ плюс 6 м (по 3 м в каждую сторону от крайних проводов)						

Продолжение

Наименование объектов, сооружений	Наименование расстояния по горизонтали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
б) в насаждениях высотой более 4 м от ВЛ 330–750 кВ и от ВЛ 35–220 кВ, являющихся единственным источником питания	Не менее расстояния между крайними проводами плюс расстояния, равные высоте основного лесного массива с каждой стороны от крайних проводов ВЛ. Деревья, растущие на краю просеки, должны вырубаться, если их высота больше, чем расстояние по горизонтали от деревьев до проводов ВЛ*[4]						
в) от ВЛ 35–220 кВ, отключение которых не вызывает прекращение питания потребителей, от проводов при их наибольшем отклонении до кроны деревьев*[5]	4	4	5	5	–	–	–
г) в парках, заповедниках, зеленых зонах вокруг населенных пунктов, ценных лесных массивах, защитных полосах вдоль железных и автомобильных дорог, водных пространств (от проводов при их наибольшем отклонении до кроны деревьев)	4	4	5	5	6	6	6
2.2. Воздушные линии при параллельном следовании и сближении:							
а) участки нестесненной трассы, между осями ВЛ	Не менее высоты наиболее высокой опоры*[6]						75
б) участки стесненной трассы и подходы к подстанциям (между крайними проводами в неотклоненном положении)	4	5	6	7	10	15	20
в) участки стесненной трассы и подходы к подстанциям (от отклоненных проводов одной ВЛ до опор другой ВЛ)	4	4	5	6	8	10	10
2.3. Воздушные линии с ЛС и РС при сближении:							
а) при неотклоненных проводах ВЛ	Высота наиболее высокой опоры ВЛ						

Продолжение

Наименование объектов, сооружений	Наименование расстояния по горизонтали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
б) при наибольшем отклонении проводов ВЛ ветром на участках стесненной трассы	4	4	5	6	8	10	30
2.4. Здание и сооружение (до ближайших выступающих частей)							
а) в ненаселенной местности (охранная зона)	15	20	25	26	30	30	40
б) от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении	4	4	5	6	20*	30*[7]	60
2.5. Железные дороги:							
а) неэлектрифицированные железные дороги на участках стесненной трассы (от отклоненного провода ВЛ до габарита приближения строений) *[8]	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5	10
б) электрифицированные или подлежащие электрификации железные дороги на участках стесненной трассы (от крайнего провода ВЛ до крайнего, подвешенного с полевой стороны опоры контактной сети)	4	5	6	7	10	15	20
в) то же, но при отсутствии проводов с полевой стороны опор контактной сети	4	4	5	6	8	10	10
г) от основания опоры ВЛ до габарита приближения строений на неэлектрифицированных железных дорогах или до оси опор контактной сети электрифицированных железных дорог или подлежащих электрификации	Высота опоры плюс 3 м						
д) то же на участках стесненной трассы	6	6	6	8	8	10	15 – для других дорог; 20 – для дорог общего пользования

Продолжение

Наименование объектов, сооружений	Наименование расстояния по горизонтали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
2.6. Автомобильные дороги:							
а) от основания опоры до бровки земляного полотна дороги при пересечении ВЛ с дорогами всех категорий*[9]	Высота опоры						
б) то же, но на участках стесненной трассы от любой части опоры до подошвы насыпи дороги или до наружной бровки кювета при пересечении ВЛ с дорогами I и II категорий	5	5	5	5	10	10	15
в) то же при пересечении ВЛ с дорогами III-V категорий	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	10
г) от основания опоры до бровки земляного полотна дороги при параллельном следовании ВЛ с дорогами всех категорий	Высота опоры плюс 5 м						
д) от крайнего провода при неотклоненном его положении до бровки земляного полотна дороги при параллельном следовании ВЛ с дорогами всех категорий	–	–	–	–	20	30	40
е) то же на участках стесненной трассы	4	4	5	6	8	10	15
2.7. Троллейбусные и трамвайные линии (расстояния при сближении от отклоненных проводов ВЛ до опор контактной сети)	3	3	4	4	5	5	–
2.8. Надземные трубопроводы и канатные дороги: при параллельном следовании в нормальном режиме ВЛ:							
а) от крайнего провода ВЛ до любой части трубопровода или канатной дороги (за исключением пульпопровода и магистрального газопровода, нефтепровода и нефтепродуктопровода)	Высота опоры						40, но не менее высоты опоры

Продолжение

Наименование объектов, сооружений	Наименование расстояния по горизонтали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
б) от крайнего провода ВЛ до любой части пульпопровода	30	30	30	30	30	30	30
в) от крайнего провода ВЛ до любой части газопровода	Удвоенная высота опоры						
г) от крайнего провода ВЛ до любой части магистрального нефтепровода и нефтепродуктопровода	50, но не менее высоты опоры						
д) в стесненных условиях от крайнего провода ВЛ при наибольшем его отклонении до любой части трубопровода*[10] или канатной дороги	4	4	4,5	5	6	6,5	10
е) от ВЛ до продувочных свеч газопровода	300	300	300	300	300	300	300
2.9. Надземные трубопроводы и канатные дороги при пересечении:							
а) от опоры ВЛ до любой части трубопровода или канатной дороги при нормальном режиме	Высота опоры						
б) то же в стесненных условиях	4	4	4,5	5	6	6,5	10
2.10. Подземные трубопроводы:							
а) при сближении ВЛ с действующими и вновь сооружаемыми магистральными газопроводами давлением более 1,2 МПа (12 ат) и магистральными нефтепроводами и нефтепродуктопроводами от заземлителя и подземной части (фундамента опоры ВЛ до трубопроводов)	15	20	25	25	30	30	40
б) то же в стесненных условиях	5	10	10	10	15	25	25

Продолжение

Наименование объектов, сооружений	Наименование расстояния по горизонтали (м) при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	400–500	750
в) при сближении и пересечении ВЛ с магистральными и распределительными газопроводами давлением 1,2 МПа (12 ат) и менее, от заземлителя и подземной части (фундаментов) опор до трубопроводов	5	10	10	10	10	10	25
г) при сближении и пересечении ВЛ с теплопроводами, водопроводом, канализацией (напорной и самотечной), водостоками и дренажами (расстояние в свету от заземлителя и подземной части (фундаментов) опор ВЛ до трубопроводов)	2	3	3	3	3	3	5
2.11. Антенные сооружения передающих радиоцентров, расстояния от ВЛ:							
а) до средневолновых и длинноволновых передающих антенн	100	100	100	100	100	100	100
б) до коротковолновых передающих антенн в направлении наибольшего излучения	200	200	300	300	300	300	300
в) до коротковолновых передающих антенн в остальных направлениях	50	50	50	50	50	50	50
г) до коротковолновых передающих слабонаправленных и ненаправленных антенн	150	150	200	200	200	200	200
2.12. Радиосооружения, расстояния от ВЛ:							
а) до границ приемных радиоцентров, приемных магистральных, областных и районных радиоцентров	500	1 000	1 000	1 000	2 000	2 000	2 000
б) до границ выделенных приемных пунктов радиофикации	400	700	700	700	1 000	1 000	1 000
в) до границ местных радиоузлов	300	300	300	300	400	400	400
г) до телецентров и радиодомов	700	700	700	1 000	1 000	1 000	1 000

3. Наименьшие расстояния между проводами или между проводами и грозозащитными тросами пересекающихся ВЛ на металлических и железобетонных опорах, а также на деревянных опорах при наличии грозозащитных устройств (по вертикали)*1

Пересекающиеся ВЛ	Длина пролета ВЛ, м	Наименьшее расстояние (м) при температуре окружающего воздуха +15 °С без ветра при расстоянии от места пересечения до ближайшей опоры ВЛ, м					
		30	50	70	100	120	150
ВЛ 750 кВ с ВЛ более низкого напряжения	До 200	6,5	6,5	6,5	7	–	–
	До 300	6,5	6,5	7	7,5	8	8,5
	До 450	6,5	7	7,5	8	8,5	9
	До 500	7	7,5	8	8,5	9	9,5
ВЛ 500–330 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения	До 200	5	5	5	5,5	–	–
	До 300	5	5	5,5	6	6,5	7
	До 450	5	5,5	6	7	7,5	8
ВЛ 220–150 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения	До 200	4	4	4	4	–	–
	До 300	4	4	4	4,5	5	5,5
	До 450	4	4	5	6	6,5	7
ВЛ 110–35 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения	До 200	3	3	3	4	–	–
	До 300	3	3	4	4,5	5	–

*1 ПУЭ, гл. 2.5 и проект «Правил устройства воздушных линий электропередачи напряжением 750 кВ (ПВЛ-750)».

*2 К электрифицированным железным дорогам относятся все электрифицированные дороги независимо от рода тока и значения напряжения контактной сети.

*3 К железным дорогам, подлежащим электрификации, относятся дороги, которые будут электрифицированы в течение десяти лет, считая от года строительства ВЛ, намечаемого проектом.

*4 Высота основного лесного массива принимается с учетом его перспективного роста за 25 лет.

*5 Радиус кроны дерева принимается с учетом ее перспективного роста за 25 лет.

*6 При сближении ВЛ 500 кВ между собой и с ВЛ более низких напряжений – высота наиболее высокой опоры, но не менее 50 м.

*7 При неотклоненном положении проводов.

*8 Габаритом приближения строений называется предназначенное для пропуска подвижного состава предельное поперечное перпендикулярное к

Продолжение

пути очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не могут заходить никакие части строений, сооружений и устройств.

*[9] Автомобильные дороги в зависимости от категорий имеют следующие размеры:

Категория дорог	*Ширина элементов дорог, м*			
	Проезжая часть	Обочина	Разделительная полоса	Земляное полотно
I	15 и более	3,75	5	27,5 и более
II	7,5	3,75	–	15
III	7	2,5	–	12
IV	6	2	–	10
V	4,5	1,75	–	8

*[10] Вновь сооружаемые магистральные газопроводы на участках сближения с ВЛ в стесненных условиях должны отвечать требованиям, предъявляемым к газопроводам не ниже II категории.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ПОДВЕСНЫМ ФАРФОРОВЫМ ИЗОЛЯТОРАМ ГИРЛЯНД ВЛ 35–500 КВ

Рабочее напряжение, кВ		Количество изоляторов в гирлянде, шт.	Состояние изолятора	Напряжение, кВ, на изоляторе номер (считая от траверсы или конструкции)																								
линейное	фазное			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
500	290	26	Нормальный	12	10	8	7	7	6	6	6	6	6	6	7	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22
			Дефектный	6	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	6	6	7	7	8	9	9	10	11	11
		23	Нормальный	15	14	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	9	10	11	12	13	14	15	17	19	21	23	–	–	–
			Дефектный	8	7	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	–	–	–
		22	Нормальный	16	15	14	12	11	11	10	10	9	9	10	10	11	11	12	13	14	15	16	18	20	23	–	–	–	–
			Дефектный	8	7	7	6	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	–	–	–	–
		20	Нормальный	16	15	14	13	12	12	12	11	11	11	12	12	13	14	15	16	17	19	21	24	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	8	8	7	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	11	12	–	–	–	–	–	–
420	242	22	Нормальный	14	10	9	8	7	6	6	7	8	8	9	9	9	10	11	12	13	14	16	18	19	22	–	–	–	–
			Дефектный	6	5	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	8	9	10	12	–	–	–	–
		20	Нормальный	13	12	10	9	8	7	7	8	9	9	10	10	11	12	14	15	16	18	20	24	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	7	6	5	5	4	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	–	–	–	–	–	–

330	190	20	Нормальный	11	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	8	9	9	11	12	14	16	20	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	6	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	6	7	8	10	–	–	–	–	–	–
		19	Нормальный	11	9	9	8	8	8	7	7	7	8	8	8	9	10	11	12	14	17	20	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	6	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8	10	–	–	–	–	–	–
		18	Нормальный	11	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	12	13	15	18	21	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	6	7	9	11	–	–	–	–	–	–	–	–
		17	Нормальный	12	10	9	9	8	8	8	8	8	9	10	11	12	14	16	18	21	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	6	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	8	9	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		16	Нормальный	12	10	9	9	9	9	9	9	9	10	11	13	14	17	19	22	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	6	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	8	9	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–
330	190	15	Нормальный	12	10	9	9	9	9	10	11	12	13	14	15	17	19	22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	6	5	4	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
220	127	14	Нормальный	9	8	7	7	7	6	7	7	8	9	10	11	13	18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	5	6	7	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		13	Нормальный	10	8	8	8	7	7	7	8	8	10	12	14	20		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	5	4	4	4	3	3	3	4	4	5	6	7	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
110	65	8	Нормальный	8	6	5	4,5	6,5	8	10	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	4	3	2	2	3	5	7	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		7	Нормальный	9	6	5	7	8,5	10	18,5		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	4	3	2	3	5	6	10		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		6	Нормальный	10	8	7	9	11	19	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	5	4	3	5	6	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35	20	4	Нормальный	4	3	5	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	2	2	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		3	Нормальный	6	5	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	3	3	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		2	Нормальный	10	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Дефектный	5	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

1. Важнейшие единицы международной системы единиц СИ

Величина		Единица		
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	
			русское	международное
Длина	l	метр	м	m
Объем, вместимость	V (v)	кубический метр	$м^3$	m^3
Время	t (T)	секунда	с	s
Скорость (линейная скорость)	u, v, w, c	метр в секунду	м/с	m/s
Частота периодического процесса (сокращенно частота)	ν, f	герц	Гц	Hz
Масса	m	килограмм	кг	kg
Грузоподъемность	m	килограмм	кг	kg
Сила, сила тяжести	F	ньютон	Н	N
Вес	G (P, W)	ньютон	Н	N
Удельный вес	γ	ньютон на кубический метр	$Н/м^3$	N/m^3
Плотность	ρ	килограмм на кубический метр	$кг/м^3$	kg/m^3
Момент силы, момент пары сил	M	ньютон-метр	Н·м	N·m
Давление, напряжение (механическое)	P	паскаль	Па	Pa
Работа	W (A)	джоуль	Дж	J
Потенциальная энергия	E_p, U, V, Φ	джоуль	Дж	J
Кинетическая энергия	E_k, K, T	киловатт-час	кВт·ч	kW·h
Мощность	P(N)	ватт	Вт	W
Температура по Цельсию	t (υ)	градус Цельсия	°С	°C
Температурный коэффициент линейного расширения	α, λ	кельвин в минус первой степени	$К^{-1}$	K^{-1}
Температурный коэффициент объемного расширения	α, β, λ	кельвин в минус первой степени градус Цельсия в минус первой степени	$К^{-1}$ $°С^{-1}$	K^{-1} $°C^{-1}$

Продолжение

Величина		Единица		
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	
			русское	международное
Количество теплоты	Q	джоуль	Дж	J
Теплопроводность	λ (*K*)	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	W/(m·K)
Электрический ток (сила электрического тока)	*I*	ампер	А	A
Электрическое напряжение, электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	*E*	вольт	В	V
Напряженность электрического поля	*E*	вольт на метр	В/м	V/m
Электрическая емкость	*C*	фарад	Ф	F
Абсолютная диэлектрическая проницаемость (сокращенно – диэлектрическая проницаемость)	ε	фарад на метр	Ф/м	F/m
Электрическая постоянная	ε_0	фарад на метр	Ф/м	F/m
Активное электрическое сопротивление (электрическое сопротивление)	*r* (*R*)	ом	Ом	Ω
Реактивное электрическое сопротивление (реактанс)	*x* (*X*)	ом	Ом	Ω
Полное электрическое сопротивление (импеданс)	*z* (*Z*)	ом	Ом	Ω
Комплексное электрическое сопротивление	*z*	ом	Ом	Ω
Удельное электрическое сопротивление	ρ	ом-метр	Ом·м	Ω·m
Активная электрическая проводимость (электрическая проводимость)	*q* (*Q*)	сименс	См	S
Реактивная электрическая проводимость (реактивная проводимость)	*b* (*B*)	сименс	См	S

Величина		Единица		
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	
			русское	международное
Полная электрическая проводимость (полная проводимость)	*y (Y)*	сименс	См	S
Удельная электрическая проводимость (удельная проводимость)	δ, γ	сименс на метр	См/м	S/m
Магнитный поток	*Φ*	вебер	Вб	Wb
Магнитодвижущая сила	F, F_m	ампер	А	A
Напряженность магнитного поля	*H*	ампер на метр	А/м	A/m
Индуктивность	*L*	генри	Гн	H
Взаимная индуктивность	*M (Lmn)*	микрогенри	мкГн	μH
Абсолютная магнитная проницаемость, магнитная проницаемость	μ	генри на метр	Гн/м	H/m
Магнитная постоянная	μ_o	генри на метр	Гн/м	H/m
Активная мощность	*P*	ватт	Вт	W
Реактивная мощность	$Q (P_q)$	вар	вар	var
Полная мощность	S, P_s	вольт-ампер	В·А	V·A
Частота электрического тока	*f (u)*	герц	Гц	Hz
Магнитная индукция	*B*	тесла	Тл	T

2. Единицы, применявшиеся ранее

Наименование величины	Единица			
	Наименование	Обозначение		Значение в единицах СИ
		русское	международное	
Сила, вес	килограмм-сила	кгс	kgf	9,80665 Н (точно)
	грамм-сила	гс	gf	$9{,}80665 \cdot 10^{-3}$ Н (точно)
	тонна-сила	тс	tf	9,80665 Н (точно)
Момент силы, момент пары сил	килограмм-сила-метр	кгс·м	kgfm	9,80665 Н·м (точно)
Удельный вес	килограмм-сила на кубический метр	кгс/м^3	kgf/m^3	9,80665 Н/м^3 (точно)

Продолжение

Наименование величины	Единица			
	Наименование	Обозначение		Значение в единицах СИ
		русское	международное	
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см^2	kgf/cm^2	9,80665·10^{-4} Па (точно)
	миллиметр водяного столба	мм вод.ст.	mm H_2O	9,80665 Па (точно)
	миллиметр ртутного столба	мм рт.ст.	mm Hg	133,322 Па (точно)
	бар	бар	bar	10^5 Па (точно)
Напряжение (механическое)	килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм^2	kgf/mm^2	9,80665·10^6 Па (точно)
Работа, энергия	килограмм-сила-метр	кгс·м	kgf·m	9,80665 Дж (точно)
	лошадиная сила-час	л.с.ч	–	2,64780 МДж
Электромагнитная энергия	ватт-час	Вт·ч	W·h	3600 Дж
Мощность	килограмм-сила-метр в секунду	кгс·м/с	kgf·m/s	9,80665 Вт (точно)
	лошадиная сила	л.с.	–	735,499 Вт
Удельное электрическое сопротивление	ом-квадратный миллиметр на метр	Ом·мм^2/м	Ω·mm^2/m	10^{-6} Ом·м (точно)
Количество теплоты, внутренняя энергия	калория	кал	cal	4,1868 Дж (точно)
	килокалория	ккал	kcal	4,1868·10^3 Дж (точно)

3. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименование

Множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
10^{12}	тера	Т	T
10^9	гига	Г	G
10^6	мега	М	M
10^3	кило	к	k

Продолжение

Множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
10^{2}	гекто	т	h
10^{1}	дека	да	da
10^{-1}	деци	д	d
10^{-2}	санти	с	c
10^{-3}	милли	м	m
10^{-6}	микро	мк	μ
10^{-9}	нано	н	n
10^{-12}	пико	п	p
10^{-15}	фемто	ф	f
10^{-18}	атто	а	a

gost.e-ecolog.ru