

**Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

621.3
м29

Н. И. МАРФИН



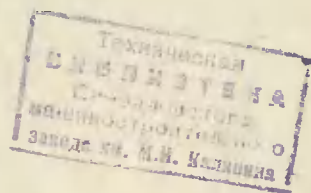
**ОХРАНА
ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРО-
ПЕРЕДАЧИ**



Н. И. МАРФИН

ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Издание второе, переработанное
и дополненное



DJVV

Scan
AAW



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1968

65294

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Долгов А. Н., Ежков В. В., Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Устинов П. И.

Марфин Н. И.

М 25 Охрана линий электропередачи. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1968.

72 с. с илл. (Б-ка электромонтера. Вып. 242).

Рассматриваются вопросы предупреждения повреждений линий электропередачи от случайных внешних воздействий и воздействий, вызываемых стихийными бедствиями, а также даются рекомендации по предотвращению подобных повреждений.

Рассчитана на электромонтеров, бригадиров и мастеров, занятых эксплуатацией воздушных линий электропередачи.

3-3-9
123-68

6П2.13

Марфин Николай Иванович
Охрана линий электропередачи

Редактор *В. Н. Третьяков*
Технический редактор *Л. М. Кузнецова*
Корректор *А. Д. Халанская*

Сдано в набор 20/X 1967 г.

Подписано к печати 12/I 1968 г.

Т-00208

Формат 84×108¹/₃₂

Бумага типографская № 2

Усл. печ. л. 3,78

Уч.-изд. л. 3,86

Тираж 15 000 экз.

Цена 14 коп.

Зак. 570

Издательство „Энергия“. Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Охрана линий электропередачи от повреждений является важным государственным делом.

Повреждения линий электропередачи вызывают перемены в обеспечении электроэнергией промышленных и сельскохозяйственных предприятий, городов, рабочих поселков и наносят большой ущерб народному хозяйству, а также ставят под угрозу жизнь людей.

Вопросу охраны линий электропередачи в нашей стране уделяется большое внимание. Специальным постановлением Совета Министров СССР (от 30 ноября 1953 г. за № 2866) были утверждены «Правила охраны высоковольтных электрических сетей». В развитие указанных Правил издаются постановления областных, краевых или районных исполнительных комитетов Советов депутатов трудящихся, предусматривающие основные положения по охране линий электропередачи применительно к местным условиям.

За последние годы в ряде энергосистем (Мосэнерго, Калининэнерго, Орелэнерго, Брянскэнерго, Тамбовэнерго и др.) проведена большая работа по охране линий электропередачи от повреждений, однако, как показывает анализ опыта эксплуатации, в ряде электросетевых районов подобная работа проводится недостаточно и все еще имеют место случаи случайных серьезных повреждений линий электропередачи.

Наибольшее число повреждений линий электропередачи вызывают нарушения правил производства работ вблизи или под проводами линий электропередачи, работа на трассе стреловых кранов, землеройных строительных машин и механизмов, сооружение всевозможных объектов под проводами без ведома администрации электросетей, стихийные бедствия (грозы, пожары леса и низовые пожары, горные обвалы и т. п.), а также про-

чие причины (набросы на провода, наезды на линии электропередачи транспорта, подсечение проводов высокогабаритными механизмами, прострелы проводов, бой изоляции и т. п.).

Многие повреждения линий электропередачи происходят по причинам, которые администрация электросетей могла бы заранее предупредить, проводя среди местного населения специальную работу по разъяснению правил охраны линий электропередачи, используя для этой цели различные формы пропаганды: периодическую печать, местное радио, телевидение, беседы с населением, лекции среди учащихся школ и т. п..

За последнее время в энергосистемах значительно увеличивается протяженность распределительных линий электропередачи напряжением 6—35 кВ, предназначенных для электрификации предприятий колхозов и совхозов. Организация охраны этих линий электропередачи от повреждений до сих пор является еще недостаточной ввиду необученности обслуживающего персонала правилам охраны линий электропередачи высокого напряжения.

Настоящая брошюра написана в развитие «Правил охраны высоковольтных электрических сетей» и имеет своей целью подробно ознакомить электромонтеров, занятых эксплуатацией линий электропередачи, с основными повреждениями линий электропередачи, а также дать некоторые рекомендации по предупреждению этих повреждений.

1. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В МЕСТАХ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА

Причины и характер повреждения. Линии электропередачи, проходящие в непосредственной близости от железнодорожных, шоссейных или проселочных дорог или пересекающие их, а также проходящие по сельскохозяйственным угодьям, могут быть повреждены движущимся транспортом, строительными или сельскохозяйственными машинами и механизмами. Большой процент повреждений опор зарегистрирован на линиях электропередачи, проходящих в городской черте, как правило, насыщенной автотранспортом, трамвайными и троллейбусными линиями, и в местах массовой застройки.

Удары транспорта или механизма в опору сопровождаются схлестыванием проводов и отключениями линий от междофазных коротких замыканий, что особенно характерно для распределительных линий электропередачи напряжением 0,4—10 кВ, у которых незначительны расстояния между проводами.

При наезде транспорта на деревянную опору, как правило, разрушаются пасынки или стойки, что приводит к падению опоры и обрывам проводов.

Часты случаи повреждения металлических и железобетонных опор от наезда транспорта и механизмов.

Большое количество повреждений воздушных линий электропередачи происходит при подсечении или касании проводов частями машин и механизмов (авто- и железнодорожных кранов, стогометателей, поливальных машин и т. п.).

При подсечении проводов линия отключается от короткого замыкания. В точке касания провода и заземленной части высокогабаритной машины на верхнем повиве провода оплавляются или перегорают отдельные проволоки. В большинстве случаев верхний повив про-

вода перегорает полностью, а оставшаяся часть под давлением разрывается.

При обрыве проводов линий электропередачи, проходящих по сельскохозяйственным угодьям и лесам, оборванные провода могут быть причиной возникновения пожаров зерновых культур или леса на больших площадях, а также могут вызвать падение деревянных опор от возникших при этом низовых пожаров. Не исключена возможность поражения электрическим током водителей машин и механизмов, а также случайных прохожих.

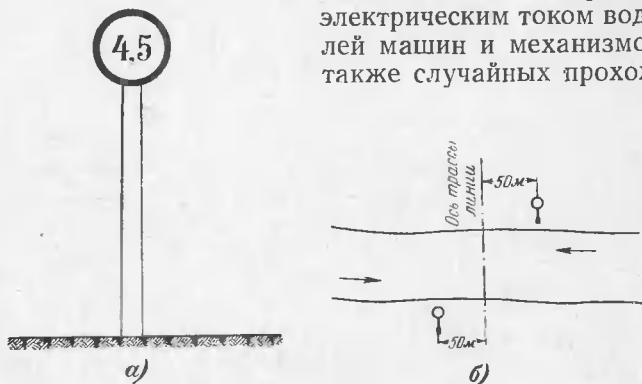


Рис. 1. Ограждение линий электропередачи в месте пересечения с шоссе.

а — сигнальный знак; б — схема ограждения сигнальными знаками;

Предупреждение повреждений. Передвижение машин и механизмов, а также перевозка на транспорте оборудования и всевозможных конструкций под проводами линий электропередачи любого напряжения допускается при условии соблюдения расстояний, предусмотренных Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), от перемещаемых машин и механизмов и транспорта с грузом до проводов линий электропередачи.

Для предупреждения повреждений линий электропередачи в местах пересечения их с шоссе и проселочными дорогами с обеих сторон линии устанавливаются сигнальные знаки, предупреждающие водителей машин и механизмов об опасности приближения к опорам и проводам, находящимся под напряжением.

Сигнальный знак (рис. 1,а) выполняется в виде круглого диска желтого цвета с красной каймой и цифрой посередине, указывающей предельную высоту загрузки

транспорта и высоту машин и механизмов, провозимых под проводами линии электропередачи. Схема установки сигнальных знаков изображена на рис. 1,б.

При перевозке транспорта с грузом высотой более 5 м под проводами линии электропередачи администрация электросетей по заявке организации, в ведении которой находится перемещаемый транспорт с грузом, высылает своего представителя непосредственно на место, а при необходимости отключает и заземляет линию.

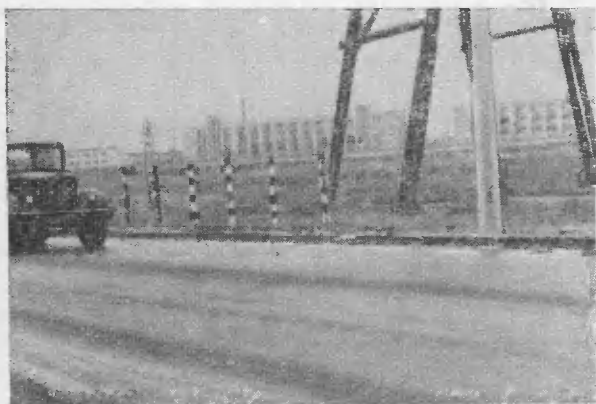


Рис. 2. Защита опоры от повреждения транспортом.

За последние годы строительство линий электропередачи напряжением 110—500 кВ ведется с применением анкерно-угловых и промежуточных металлических и железобетонных опор на оттяжках. Для предупреждения наезда механизмов и машин на оттяжки опор линий электропередачи, проходящих по сельскохозяйственным угодьям, а также в стесненных условиях при параллельном следовании или сближении с автомобильными дорогами в местах возможных повреждений устанавливаются отбойные тумбы со светящимися отражателями. Конструкции отбойных тумб различны. В большинстве случаев отбойные тумбы выполняются в виде клинообразных защитных стен из железобетона или бутового камня, а также в виде защитной столбовой стенки из старогонных рельсов (рис. 2).

Рекомендуется также установка опор на повышенные фундаменты.

В эксплуатации особое внимание уделяется содержанию пересечений линий электропередачи с трамвайными и особенно с троллейбусными линиями. При отрыве от контактных проводов токоприемные штанги троллейбуса под действием пружин с усилием около 14 кг поднимаются вверх и поворачиваются относительно своей оси на 180°. При длине токоприемных штанг 6 м и высоте троллейбуса 3,5 м при отрыве токоприемных штанг от контактных проводов в месте пересечения с линией электропередачи создается опасность возникновения электрической дуги, что может привести к повреждению линии и несчастным случаям с пассажирами троллейбуса.

При строительстве новых трамвайно-троллейбусных линий администрация электросетей следит за тем, чтобы расстояния от проводов линий до наивысшей отметки проезжей части в месте пересечения с трамвайно-троллейбусными линиями соответствовали нормам ПУЭ. В случае необходимости переходные опоры заменяются повышенными.

Большое количество повреждений происходит по причине нарушения правил безопасности при работе стреловых передвижных кранов (автомобильных, железнодорожных или гусеничных) вблизи или под проводами линий электропередачи. В момент соприкосновения стрелы крана с проводами возникает электрическая дуга, что приводит к отключению линии и к перерыву электроснабжения потребителей. Обслуживающий персонал кранов в большинстве случаев может быть поражен электрическим током. В первую очередь может пострадать стропальщик, который стоит на земле и касается крюка или металлических частей крана. В момент выхода из кабины может быть поражен электрическим током и машинист крана, а также и рабочие, находящиеся в зоне работы крана.

По данным Госгортехнадзора РСФСР, при нарушении правил безопасности при эксплуатации кранов во время работы вблизи или под проводами линий электропередачи почти все несчастные случаи с персоналом кранов заканчиваются тяжелыми исходами.

Так как при работе стреловых кранов вблизи или под проводами линий электропередачи создается повышенная опасность, администрация электросетей должна следить за тем, чтобы все организации письменно согласовывали с ней порядок проведения работ, обеспечиваю-

щий сохранность электрических сетей и безопасность обслуживающего персонала крана, а в необходимых случаях выполняли работы с отключением и заземлением линии.

В местах пересечений линий электропередачи с подъездными железнодорожными путями промпредприятий, торфопредприятий, карьеров по разработке щебня, угля, погрузочно-разгрузочных площадок, по которым возможно передвижение кранов, для предупреждения повреждений проводов стрелами кранов устанавливаются защитные ворота (рис. 3).

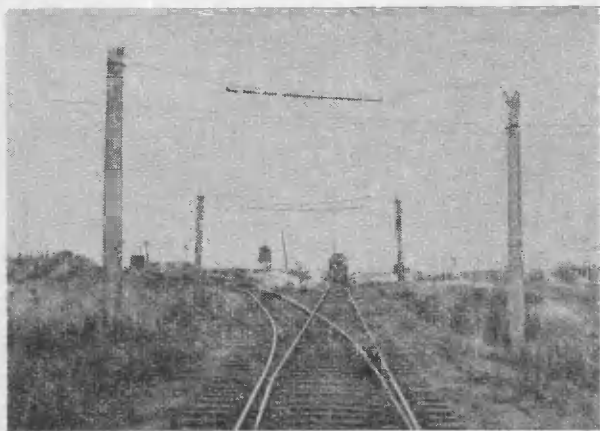


Рис. 3. Защитные ворота.

Защитные ворота устанавливают с обеих сторон линии электропередачи, ограничивая высоту провозимых грузов под линией и высоту механизмов в рабочем и транспортном положениях. Стойки защитных ворот выполняются из дерева или железобетона. Перекладина защитных ворот располагается на высоте не ниже 5,8 м до головки рельса и на расстоянии не ближе 15 м от проекций крайних проводов линии электропередачи на землю. Установку и обслуживание защитных ворот производят организации, в ведении которых находятся железнодорожные подъездные пути. *Категорически запрещается работа механизмов и машин под линиями электропередачи.*

При передвижении железнодорожного крана под проводами линии электропередачи стрела его укладывается

в транспортное положение в пределах габарита подвижного состава¹. В случае невозможности соблюдения этого требования передвижение крана под проводами линии электропередачи запрещается.

При повреждении линий электропередачи машинами и транспортом представитель администрации электросетей непосредственно на месте повреждения должен составить акт с указанием в нем виновных лиц, а также размеры и характер повреждения линии электропередачи, принадлежность и регистрационный номер механизма.

Администрация электросетей после этого предъявляет претензии к владельцу механизма по возмещению нанесенного ущерба и о случившемся сообщает в местные органы Госгортехнадзора и Госавтоинспекции (ГАИ).

Администрация электросетей периодически организует через органы ГАИ и Госгортехнадзора семинары по правилам безопасной работы вблизи и под проводами линий электропередачи.

Очень важным являются проведение мероприятий по выявлению через местные органы Госгортехнадзора и ГАИ всех применяющихся в районе прохождения линий электропередачи машин и механизмов (стреловых кранов всех систем, стогометателей, поливальных машин и т. п.) и проведение личного инструктажа водителей машин и механизмов по правилам передвижения и работы вблизи или под проводами линий электропередачи, о важности охраны линий и об опасности для жизни человека, возникающей при прикосновении к проводам линии электропередачи.

2. ОХРАНА ПЕРЕХОДОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ РЕКИ

Требования, предъявляемые к переходам. Проектируемые переходы линий электропередачи через водные преграды являются важной составной частью проектов линий и при изысканиях подлежат особо тщательному изучению.

¹ *Габаритом приближения строений* называется предназначенное для пропуска подвижного состава предельное поперечное, перпендикулярное пути очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не могут заходить никакие части строений, сооружений и устройства.

Из опыта эксплуатации известны случаи, когда вследствие больших стрел провеса повреждались провода линий электропередачи на переходах через судоходные реки и каналы при проводке плавучих средств или по причине касания проводов мачтами судов. Поэтому наряду с изучением гидрогеологических особенностей береговых грунтовых оснований обычно составляется характеристика водоема с точки зрения использования его как водного пути для судоходства. В процессе проведения изыскательских работ систематизируются технические данные Управления речного судоходства о протяженности судоходных и сплавных водных путей, сроках начала и конца навигации, габаритных характеристиках судов и особенно подъемных плавучих кранов, а также о перспективности развития пересекаемого водоема как водного пути. Все эти данные учитываются при выборе типов и высоты переходных опор.

При проведении изысканий переходы линий электропередачи через водные преграды выбираются так, чтобы переходные и пойменные опоры по возможности меньше подвергались размыву паводковыми и ливневыми водами, а также воздействию ледохода и береговых оползней.

Если по каким-либо причинам нельзя выбрать переход линии электропередачи через водные преграды в местах, менее подверженных воздействию ледохода (наличие большого количества строений, зданий, сооружений, промышленных предприятий и т. п.), то в этих случаях для переходных и пойменных опор применяется наиболее эффективная ледорезная защита.

При недостаточно выбранной ледорезной защите в период интенсивного ледохода повреждались и даже полностью разрушались установленные переходные и пойменные опоры.

Для соблюдения необходимых расстояний, предусмотренных нормами ПУЭ между горизонтом воды и проводами в местах переходов линий электропередачи через судоходные реки, каналы, проливы и ледоходные поймы, сооружаются специальные опоры повышенного типа. Выбор переходных опор производится с учетом многолетних характеристик ледовых явлений рек, определяемых по данным управлений гидрометеослужб.

Для проектируемого перехода определяются направление и наивысшие уровни паводковых вод при ледоходе

и максимуме паводка в русле реки и в ее ледоходных поймах, наличие ледяных заторов и близлежащих озер вверху по течению реки, а также наличие судоходства и лесосплава по реке в паводковый период.

Места установки переходных опор выбираются в зависимости от рельефа местности.

В практике проектирования переходов линий электропередачи проектным организациям приходится встречаться с такими водоемами, гидрографические особенности которых или совершенно не изучены, или мало изучены ввиду отсутствия на них станций наблюдения. При отсутствии данных гидрометрических наблюдений амплитуды колебаний уровней паводковых вод и особенности ледохода водоемов определяются по границам ледоходных пойм и береговым наносным отметкам высоких паводковых вод, а также путем опроса местных жителей — старожилов.

В большинстве случаев проектирование переходов линий электропередачи через водные преграды выполняется качественно и переходы эксплуатируются безаварийно.

Однако из практики сооружения и эксплуатации линий электропередачи известны случаи, когда ледорезная защита переходных и пойменных опор выбирается проектными организациями или необоснованно сложной и массивной, требующей для своего сооружения значительных трудозатрат и времени, или упрощенной, что впоследствии приводит к повреждениям опор линий электропередачи.

Так, опыт эксплуатации переходов сельских линий электропередачи через водные преграды показывает, что проектирование переходов этих линий выполняется все еще не на должной высоте. В частности, изыскания трасс в ледоходных поймах рек проводятся зачастую без учета особенностей гидрологических характеристик рек. Ледорезная защита пойменных опор в некоторых случаях или вовсе не предусматривается, или предусматривается без учета направления паводковых вод, влияния воздействия волн и скорости подъема и спада паводковой воды, а также преимущественного направления ветра (розы ветров).

Так, в 1963 г. в пойме одной реки во время ледохода были срезаны и унесены паводковыми водами вместе с проводом около десяти пойменных опор воздушной ли-

нии 35 кв, предназначенной для электроснабжения целой группы сельскохозяйственных потребителей. Ледорезная свайная защита из пропитанной древесины, предусмотренная для защиты этих опор от ледоходных повреждений, осталась невредимой и в паводковый период по существу никакой роли не сыграла, так как проектной организацией направление паводковых вод и преимущественное направление ледохода было выбрано неверно (рис. 4).

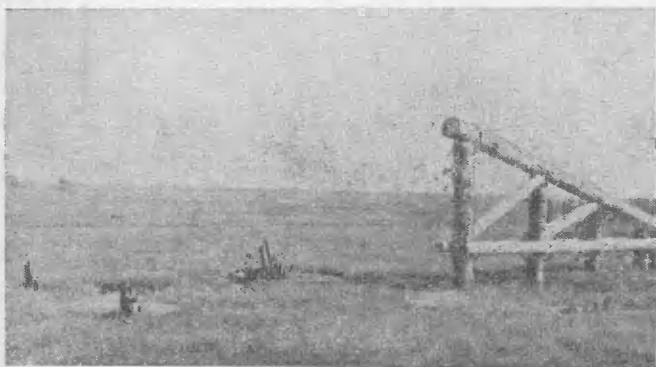


Рис. 4. Повреждение деревянной опоры ледоходом.

Анализ аварий и повреждений воздушных линий 6, 10 и 35 кв сельскохозяйственных потребителей по причинам ледоходных повреждений показывает, что затраты на их восстановление значительно превышают затраты, необходимые для их сооружения. Поэтому, по-видимому, при проектировании переходов воздушных линий 6, 10 и 35 кв через водные преграды следует применять переходные опоры повышенного типа деревянные, металлические или железобетонные, являющиеся унифицированными для воздушных линий 35 и 110 кв. Тип опор следует применять в зависимости от водных преград и интенсивности паводковых вод. Опыт эксплуатации показывает, что увеличение длины переходных пролетов и применение в переходных пролетах проводов большего сечения (АС-95 — АС-150), нежели на протяжении всей линии, вполне обеспечивает безаварийное содержание линий.

Конструкция ледорезной защиты. При угрозе ледохода переходные и пойменные опоры линий электропередачи защищаются ледорезами. Способы защиты опор и конструкция ледорезов различны и выбираются в зависимости от местных условий.

Установленные металлические и железобетонные опоры в ледоходных поймах защищаются путем обваловки фундаментов насыпным грунтом с объемным весом не менее $1,5 \text{ т/м}^3$ слоями 20—30 см с тщательным



Рис. 5. Ледорезная защита с бутовым мощением призмы.

уплотнением каждого слоя и последующим мощением откосов. В зависимости от гидрогеологических условий реки мощение откосов выполняется дерном или одинарным или двойным слоем бутового камня (рис. 5). На некоторых переходных опорах устраиваются дополнительно плетневые решетки, в которые укладывается камень, с кольями из свежесрубленной ивы или других быстропринимającychся деревьев.

Как показал опыт эксплуатации, защита из бутового камня является надежной ледорезной защитой, обеспечивающей безаварийное содержание линий электропередачи в течение десятков лет. Однако сооружение подобной ледорезной защиты по сравнению с другими видами защит является самой трудоемкой и дорогостоящей.

Сооружение каменной защиты трудно из-за транспортировки камня с железнодорожной станции или карь-

ера к месту работ, разгрузки его на пикете и последующего мощения призмы обвалования. Большинство из этих работ выполняется вручную.

Выполняются вручную также и плетневые колодцы. Опыт эксплуатации показал, что необходимости в устройстве плетневых колодцев при откосах призм обвалования, равных 1:3, нет. Плетни не долговечны, в большинстве своем препятствуют развитию побегов от забиваемых ивовых кольев. Свежесрубленные ивовые колья следует забивать в грунт обвалования без плетней. Впоследствии от этих кольев разрастается густорастущий кустарник, корневая система которого укрепляет грунт призмы обвалования от размывания паводковыми водами. Высота растущего кустарника регулируется ежегодно подрезкой молодых побегов.

За последние годы в ряде энергосистем (Мосэнерго, Калининэнерго, Воронежэнерго и др.) при сооружении переходов линий электропередачи через водные ледоходные преграды широко применяются в качестве защитного покрытия обвалованных грунтом пойменных и переходных опор железобетонные плиты, связываемые круглой сталью диаметром 12—16 мм. Для предотвращения размывания грунта обваловки опоры между поверхностью земляной или песчаной призмы обваловки опоры и железобетонными плитами укладывается слой щебня или гравия, играющий роль обратного фильтра. На линиях электропередачи, питающих ответственные потребители, щели между железобетонными плитами дополнительно заливают цементным раствором, а вокруг насыпанной призмы делается хворостяная выстилка (рис. 6).

Внедрение такой конструкции ледорезной защиты почти полностью исключает ручные работы: обвалование опор осуществляется местным или привозным грунтом с помощью бульдозеров или экскаваторов, а укладка плит на призмы обвалования опор производится кранами.

В некоторых энергосистемах в качестве защитного покрытия используются дефектные железобетонные плиты из отходов промышленно-гражданского строительства.

Эксплуатация линий электропередачи, пойменные и переходные опоры которых обвалованы железобетонными плитами, показала, что подобная ледорезная защита

является вполне надежной. Так, в ряде энергосистем Центральной части СССР в паводковый период 1963 г., отличавшийся активностью и максимумом ледохода, переходные и пойменные опоры целого ряда линий электропередачи, имеющих ледорезную защиту из железобетонных плит, подверглись воздействию ледохода, однако не имели повреждений, что говорит об эффективности этой ледорезной защиты.

Рис. 6. Ледорезная защита с покрытием призмы железобетонными плитами.

Способность ледорезной защиты противостоять воздействию ледохода в значительной мере объясняется тем, что при овальной форме призмы обвалования опоры потоки паводковой воды, несущие лед, получают огибающее направление, вследствие чего паводковые наносы и лед при своем движении минуют опоры.

Так, в одной энергосистеме в пойме ледоходной реки произошло повреждение одностоечной железобетонной опоры линии электропередачи напряжением 110 кВ, защищенной железобетонными плитами.

пором льда сначала опора наклонилась в сторону течения реки, после чего последовало ее падение.

Как было установлено, причиной падения опоры явилась неудовлетворительная заделка ее в грунте, а также отсутствие у ледорезной защиты обратного фильтра и соединения железобетонных плит между собой. Проектом предусматривалась установка опоры в пробуренный котлован, т. е. в ненарушенный грунт на глубину 3 м. Однако при строительстве линии электропередачи ввиду наличия плывунов разработка котлована на полную глубину не была достигнута. Опора устанавливалась в котлован, пробуренный на глубину 2 м. Вокруг опоры была подсыпана песчаная призма. В грунте подсыпки устанавливался один ригель типа АР-5, который крепился к опоре хомутом.

По данным проекта, в паводковый период отметка, на которой устанавливалась опора, подвергалась затоплению паводковыми водами и незначительному воздействию ледохода. Поэтому песчаная призма была покрыта железобетонными плитами. Соединения плит между собой круглой сталью не было сделано. Поверхностной щебеночной подготовки, играющей роль обратного фильтра, не было сделано.

В паводковый период первого года эксплуатации песчаная призма была сильно размыва и защитная железобетонная «рубашка» осела примерно на 1 м, а между плитами образовались щели. Ремонта поврежденной ледорезной защиты эксплуатационная организация своевременно не сделала, и в таком состоянии опора была оставлена для дальнейшей эксплуатации.

В следующий паводковый период (1963 г.) песчаная призма обвалования опоры была полностью размыва. Этому в значительной степени способствовали щели, образовавшиеся между железобетонными плитами. Установленный в грунте подсыпки ригель был, таким образом, из работы выведен. Под давлением ледохода и незначительного ледяного затора последовали выпор опоры из котлована и ее падение.

Как видно, установку ригелей в подобных случаях следует осуществлять не только в грунт подсыпки, но и в грунт с ненарушенной структурой.

Описанный случай повреждения опоры показывает, что рекомендации некоторых проектных организаций применять в качестве грунта обвалования песок или

даже песчано-гравелистую смесь не всегда оправдывают себя, и, как кажется, следует смелее применять для обвалования опор местный грунт, даже если его величина допускаемого сопротивления будет равна 1,4—1,5 кг/см².

В качестве ледорезной защиты железобетонных опор, устанавливаемых в ледоходных поймах рек, применяются также железобетонные сваи, вдавливаемые в грунт и связываемые по верху железобетонными сваями с помощью металлических хомутов (рис. 7).

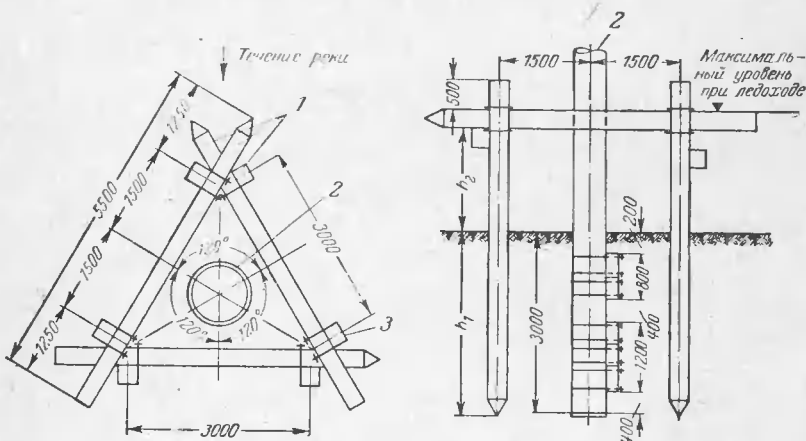


Рис. 7. Свайная ледорезная защита.

1 — свая; 2 — опора; 3 — хомут.

Однако, как показал опыт эксплуатации, при интенсивных паводках подобная конструкция ледорезов не защищает опору от ледоходных повреждений, так как она не обладает свойствами призмной ледорезной защиты овальной формы. Так, в паводковый период 1963 г., отличавшийся от предыдущих 15—20 лет своей интенсивностью, в одной из энергосистем на тяговой двухцепной линии электропередачи напряжением 110 кВ в пойме реки были разрушены три железобетонные опоры (рис. 8).

Разрушению опор при ледоходе способствовала и сама ледорезная защита, представляющая собой своего рода решетку, собирающую паводковые наносы, которые в дальнейшем создавали условия для образования ледяных заторов.

Действительно, опросом местных жителей, бывших свидетелями разрушения опор, было установлено, что после вскрытия реки сначала вокруг железобетонных опор со свайной ледорезной защитой образовалась «копна» наносов, затем при движении льда единым фронтом по ледоходной пойме в месте установки опор образовался ледяной затор, которым впоследствии были срезаны опоры.

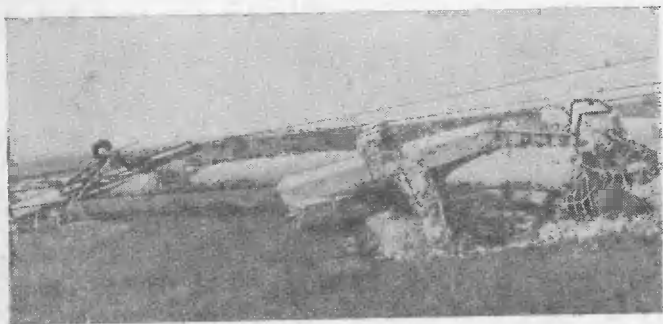


Рис. 8. Поврежденная железобетонная опора при ледоходе.

Смежная с разрушенными железобетонная опора, обвалованная местным грунтом и железобетонными плитами, при этом же уровне паводковых вод во время ледохода не имела серьезных повреждений, не считая легкого размывания (рис. 9).

Следует также отметить, что при паводках, уровни воды которых превышают высоту свай, ледорезная свайная защита не оказывает сопротивления ледоходу, и при интенсивном ледоходе опоры разрушаются.

В качестве ледорезных фундаментов под переходные металлические опоры применяются сборные железобетонные подножки или фундаменты из монолитного железобетона, лобовая часть которых обрамляется ледорезом из уголкового железа или рельса.

Для защиты деревянных опор широкое распространение получили клинообразные ледорезы из пропитанной древесины (рис. 10).

При строительстве переходов линий электропередачи установка ледорезов производится с учетом преимущественного направления ледохода. Допущенные при уста-

новке ледорезов ошибки впоследствии приводят к серьезным повреждениям опор при ледоходе (рис. 4).

Подготовка переходов к паводкам. Подготовка переходов линий электропередачи к проведению паводковых вод и ледохода начинается задолго до наступления паводков и в большинстве случаев сразу же после окончания паводков.

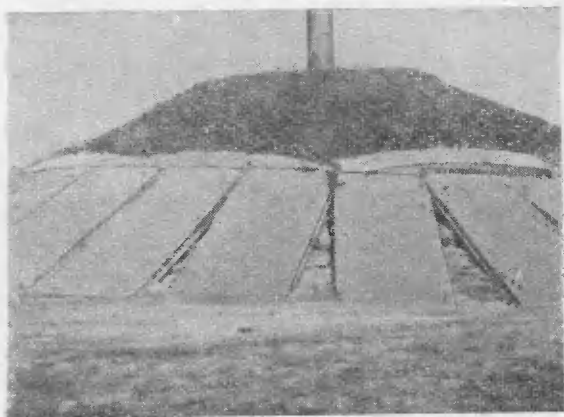


Рис. 9. Защита пойменной опоры железобетонными плитами.

Сначала переходы осматривают инженерно-технические работники, которые определяют объем и характер ремонта фундаментов и ледорезов и составляют для каждого перехода ремонтную ведомость. Во время осмотра перехода обращается внимание на техническое состояние линии электропередачи в полном объеме. Особое внимание уделяется качеству закрепления опор в грунте.

Опоры линий электропередачи, фундаменты которых имеют неудовлетворительное закрепление в котлованах или не защищены от размывания поверхностными или грунтовыми водами, под воздействием выдергивающих или опрокидывающих усилий теряют устойчивость. Более всего подвержены деформациям опоры линий электропередачи, устанавливаемые в зимний период, когда при закреплении фундаментов опор или стоек центрифугированных железобетонных опор в котлованах возможны случаи неудовлетворительного уплотнения грунта или

нарушения технических условий закрепления опор в грунте.

Поэтому эксплуатационный персонал электросетевого района следит за тем, чтобы при строительстве линий электропередачи в зимний период установка фундаментов опор на мерзлый грунт основания котлованов не производилась и чтобы засыпка и трамбование пазух между фундаментом или опорой и стенками котлованов

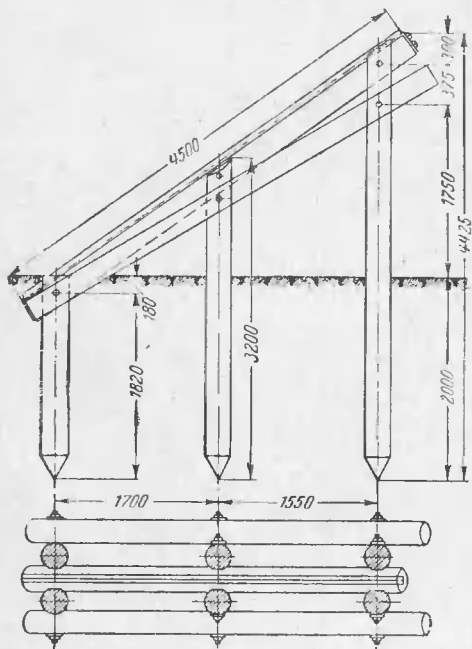


Рис. 10. Ледорезная защита из пропитанной древесины.

производились талым грунтом на всю глубину, а запас на осадку мерзлого грунта принимался не менее 20% общей засыпки.

При повышении температуры после оттаивания грунта устанавливается постоянный контроль за этой линией и производится дополнительное трамбование грунта вокруг опор с последующей подсыпкой грунта.

Следует помнить, что проектная организация не всегда в достаточной мере учитывает особенности павод-

ков при проектировании того или иного перехода и принятое в проекте решение по защите опор от ледохода может быть недостаточным. Так, на одной воздушной линии 35 кв пойменные опоры были срезаны в уровне заделки ввиду того, что направление установленных ледорезов было выбрано неправильно (рис. 4).

Поэтому в эксплуатационных условиях по результатам наблюдений за работой переходов линий в паводковые периоды в течение ряда лет производятся дополнительные работы по усилению ледорезных фундаментов, а может быть, даже и полное переустройство ледорезов или перенос опор на другие отметки.

Для защиты фундаментов пойменных и переходных опор от размывания с целью отвода водных потоков устраиваются защитные стенки, выкладываемые насухо из бутового камня и перевязываемые для большей прочности хворостом. В более ответственных местах производится заливка стенок железобетонных плит. У переходных опор производится дополнительное мощение фундамента камнем или железобетонными плитами и укрепление береговых откосов.

Затраты на усиление или переустройство фундаментов и ледорезов переходных или пойменных опор обычно незначительны по сравнению с затратами и убытками, понесенными в связи с восстановлением поврежденных линий электропередачи в паводковый период.

После окончания работ по ремонту фундаментов и ледорезов переходных и пойменных опор производится повторная проверка технического состояния их. Готовность переходов линий электропередачи к проведению паводков оформляется актом.

Перед наступлением паводков администрация электросетей создает паводковую комиссию, председателем которой обычно является член областной или районной паводковой комиссии. В обязанности председателя паводковой комиссии входит наряду с другими мероприятиями проверка готовности переходов линий электропередачи к проведению паводков. Производится проверка и ремонт наплавных средств: лодок, весел и т. д., принадлежащих администрации электросетей, а также проверка и пополнение аварийного резерва (изоляторов, проводов, древесины, соединительных болтов и т. п.), необходимого на случай сооружения временных переходных или плавучих опор. На все переходы линий электро-

передачи, к которым в паводковый период затруднен или невозможен подъезд транспортных средств, доставляются необходимые наплавные средства и аварийный резерв. Кроме того, председатель паводковой комиссии заключает договоры с местными управлениями речных портов о предоставлении в случае необходимости в паводковый период спасательных катеров, лодок и т. п. В случае расположения переходов линий электропередачи в труднодоступных местах заключаются договоры с местными управлениями гражданского воздушного флота о предоставлении вертолетов для доставки к месту возможного повреждения линии электропередачи аварийных бригад электромонтеров и необходимого тараклажа.

При ожидании высоких уровней паводковых вод председатель паводковой комиссии письменно предупреждает местную судоходную инспекцию о недопустимости проводки плавучих средств под проводами линии электропередачи в месте перехода через реку.

По результатам наблюдения за паводками прошлых лет паводковая комиссия определяет переходы линий электропередачи, наиболее подверженные повреждениям от ледохода.

До наступления паводков администрация электросетей организует работы по подрыванию льда выше и ниже этих переходов по течению реки. Руководство взрывными работами осуществляет специальное лицо из саперов-взрывников, но при обязательном присутствии представителя администрации электросетей. Закладка зарядов для подрывания льда производится на расстояниях от линий электропередачи не ближе 200 м.

Большую опасность для переходов линий электропередачи через реки и ледоходные поймы представляет лед, идущий с близлежащих озер, находящихся выше перехода. При повышении уровня паводковых вод начинается озерный ледоход, отдельные льдины которого зачастую достигают размера площади вскрывшегося озера. Поэтому до наступления паводков лед на озерах, находящихся выше перехода линий через реку, подрывается.

С наступлением паводков администрация электросетей организует оперативно-выездную бригаду линейщиков для наблюдения за переходами.

Для большей оперативности и для наблюдения за удаленными переходами очень эффективно использовать для этой цели вертолеты. В полете наблюдатель из числа инженерно-технических работников осматривает переходы и сообщает по радиосвязи диспетчеру энергосистемы о своем маршруте и выявленных повреждениях линий электропередачи.

При отсутствии вертолетов администрация электросетей командирует на удаленные и труднодоступные

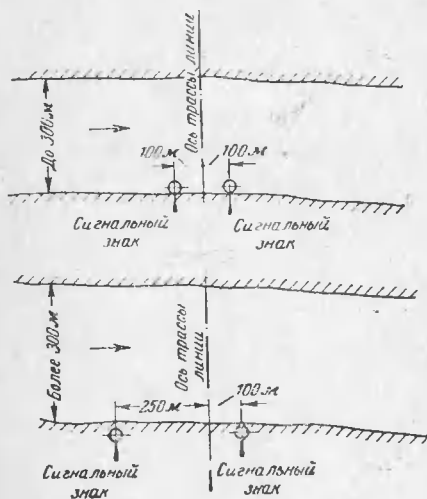


Рис. 11. Светоограждение переходных опор линий электропередачи через судоходные реки.

переходы наблюдателей из числа опытных электромонтеров и организует телефонную связь наблюдателей с диспетчером энергосистемы. Наблюдатели обеспечиваются сигнальными рожками, фонарями, флажками для подачи предостерегающих сигналов в случае проводки под проводами перехода линии электропередачи плавучих средств.

При сообщении об образовании ледяных заторов перед переходными опорами администрация электросетей принимает немедленные меры по подрыву

заторов, привлекая для этого саперов-подрывников, с которыми еще до начала паводка заключается договор.

Перед наступлением паводков осматриваются сигнальные знаки, установленные на переходах линий электропередачи через судоходные реки. В случае необходимости производится их ремонт, причем окраска знаков должна быть обязательно обновлена. После этого сигнальные знаки включаются в работу.

Светоограждение переходов линий электропередачи через судоходные реки. Для предотвращения повреждений проводов линий электропередачи высокими мачтами

проходящих судов вблизи мест перехода линий через судоходные реки устанавливаются сигнальные знаки.

В соответствии с действующими «Правилами плавания по внутренним водным путям СССР» сигнальные знаки устанавливаются по согласованию с местной судоходной инспекцией на берегу реки выше и ниже по течению относительно перехода линии на расстояниях, указанных на рис. 11.

Установленные сигнальные знаки предупреждают экипажи проходящих судов о необходимости принимать меры предосторожности или опускать высокие мачты в момент пересечения судном проводов линии.

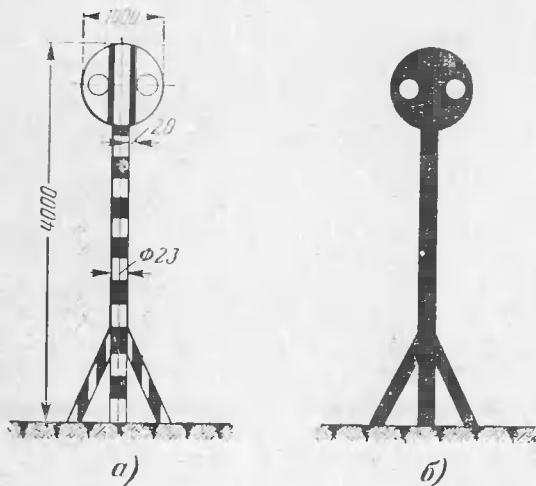


Рис. 12. Сигнальный знак в местах пересечения судоходными реками воздушных линий.

а — днем; б — ночью.

При проводке по водному пути негабаритных плавучих средств для предупреждения несчастных случаев с людьми и повреждений проводов линий электропередачи местные органы водного пути в каждом отдельном случае согласуют с администрацией электросетей порядок и место проводки негабаритных плавучих средств с обязательным присутствием представителя администрации электросетей.

Сигнальный знак (рис. 12) выполняется в виде диска диаметром 1,0 м, который с лицевой стороны окрашивает-

ся в белый цвет и имеет две вертикальные красные полосы шириной по 20 см с просветом между ними, равным 20 см.

Диск закрепляется на столбе, окрашенном чередующимися полосами белого и черного цветов. В ночное время, а также в пасмурную погоду сигнализация осуществляется двумя сигнальными огнями желтого цвета, установленными на краях диска по горизонтали. Щит обращен раскрашенной стороной и сигнальными огнями навстречу подходящим к переходу судам. При ширине рек 100 м и менее сигнальные знаки устанавливаются на одной из переходных опор на высоте не менее 4 м от земли.

Для питания электрических фонарей сигнальных знаков используется проводная связь от ближайшей сети низкого напряжения. Электроснабжение сигнального освещения переходов линий электропередачи, удаленных от сетей низкого напряжения, осуществляется от аккумуляторных батарей.

Широкое применение за последнее время нашел метод емкостного отбора мощности от линии электропередачи с помощью антенн или разземленных грозозащитных тросов (описан ниже).

3. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ САМОЛЕТАМИ

При прохождении линий электропередачи в районе аэродромов, в радиусе которых проводятся учебные полеты и соревнования планеристов, нередко случаи серьезных повреждений линий электропередачи по причине нарушения правил полетов или выброса из самолетов всевозможных грузов и предметов. Наиболее характерными являются повреждения линий электропередачи от замыкания проводов буксировочными тросами, сопровождающиеся междофазными перекрытиями и обрывом проводов и тросов.

Для предупреждения подобных повреждений линий электропередачи администрация электросетей инструктирует руководителей аэродромов, всех ведомств и главков летных училищ и клубов ДОСААФ об опасности для пилотов совершать полеты самолетов на высоте менее 100 м над охранными зонами линий электропередачи, сбрасывать буксировочные тросы, балласт, а также спускаться на парашютах.

Кроме того, администрация электросетей извещает руководителей аэродромов о наличии и местонахождении на трассе опор линий электропередачи высотой 50 м и более. По правилам Гражданского воздушного флота эти опоры являются линейными препятствиями. Для совершения безопасных полетов самолетов высокие опоры ограждаются световыми сигналами. Светоограждение и маркировочная окраска опор производится по согласованию с местными управлениями Гражданского воздушного флота.

Электроснабжение сигнального освещения таких опор производится от местной электросети.

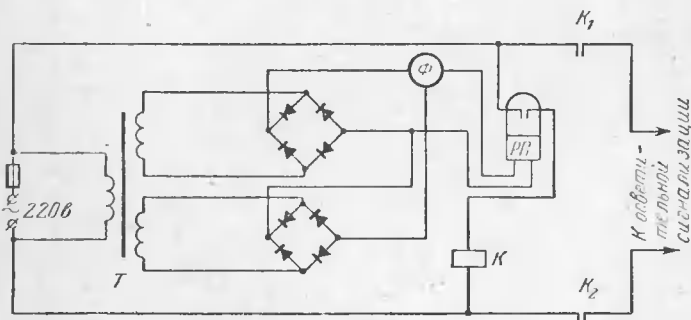


Рис. 13. Схема фотоэлектрического автомата.

T — трансформатор; *Ф* — фотоэлемент; *К* — контактор; *K₁* и *K₂* — контакты контактора; *РР* — промежуточное реле.

Включение установок световой сигнализации осуществляется вручную или автоматически. При удаленных от линейных пунктов светоограждаемых опорах включать ежедневно освещение с наступлением темноты и отключать на светлое время суток затруднительно, поэтому в таких случаях допускается круглосуточное горение ламп.

Автоматическое управление светоограждаемых опор является наиболее технически совершенным методом управления. Для этого используется схема фотоэлектрического автомата с питанием от сети переменного тока напряжением 220 в на полупроводниках с полупроводниковым фотоэлементом (рис. 13). В качестве промежуточного реле в схеме используется телефонное реле на 24 в с двумя парами контактов, работающих на замыкание цепи катушки контактора. Схема фотоэлектрического

ского автомата позволяет включать сигнальное освещение опор только в темное время суток, а также позволяет сэкономить потребляемую электроэнергию и продлить срок службы установленных на опорах электроламп.

При отсутствии источника низкого напряжения в непосредственной близости от ограждаемых опор для питания световой сигнализации используется емкостный отбор мощности.

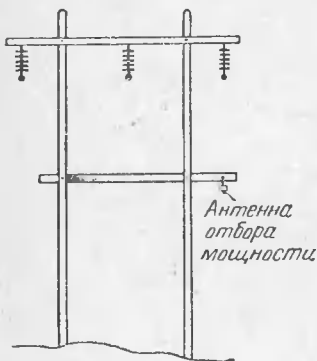


Рис. 14. Подвеска антенны отбора мощности на опоре линии электропередачи.

Емкость выполняется в виде антенн, подвешиваемых параллельно проводам действующей линии.

Наиболее распространенным является способ подвески антенн отбора мощности, подвешиваемых на отдельных опорах параллельно линии электропередачи. В некоторых случаях в целях удешевления строительства устройств светоограждения опор для подвески антенн используются опоры линии электропередачи

(рис. 14). Антенна отбора мощности подвешивается на штыревых или подвесных изоляторах. Длина антенн выбирается в зависимости от напряжения линии электропередачи и требуемой величины напряжения.

В качестве антенн используются также грозозащитные тросы линии электропередачи. Для превращения грозозащитного троса в антенну он изолируется от опор изоляторами, шунтированными искровыми промежутками величиной 3—5 мм.

Для светоограждения опор используются обычные лампы накаливания или газосветные неоновые трубки. Схема светоограждения опор с применением ламп накаливания показана на рис. 15. В качестве промежуточного трансформатора обычно применяются трансформаторы напряжения типов НОМ-6, НОМ-10 или силовые автоблокировочные трансформаторы типа ОМ-1,2/6 мощностью 12 кВА, устанавливаемые на одной из опор линии электропередачи. Устройство искрового промежутка в схеме светоограждения опор необходимо для срабаты-

вания при повышении потенциала в антенне до величины, опасной для прочности изоляции промежуточного трансформатора. Однополюсный разъединитель 5 позволяет при ремонте или ревизии установки обесточивать цепи.

Ввиду сравнительной сложности схемы светоограждения опор с применением ламп накаливания в ряде энергосистем для этой цели используют газосветные неоновые трубки.

Схема включения газосветных неоновых трубок показана на рис. 16. Как видно из рис. 16, неоновые трубки присоединяются непосредственно к изолированной антенне — грозозащитному тросу линии электропередачи. Напряжение троса распределяется равномерно по соединенным неоновым светильникам. Число неоновых трубок выбирается в зависимости от числа светоограждаемых ярусов опоры.

Заградительные огни световой сигнализации устанавливаются в верхней части опоры и ниже, через каждые 30 м до высот, которые не считаются опасными для полетов самолетов.

В верхней части опоры устанавливаются два заградительных огня (рис. 17). В нижних местах опоры устанавливаются заградительные огни так, чтобы они были видимыми со всех направлений подходов.

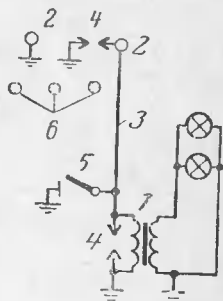


Рис. 15. Схема устройства светоограждения с понизительным трансформатором.

1 — понизительный трансформатор; 2 — трос; 3 — перемычка, соединяющая трос с трансформатором; 4 — искровой промежуток; 5 — однополюсный разъединитель; 6 — провода линии.

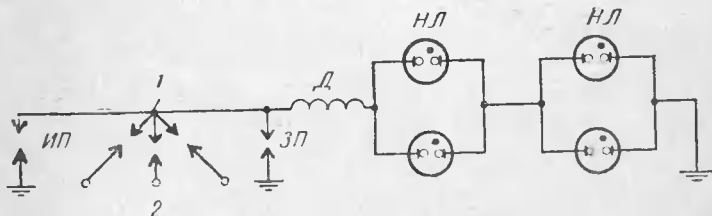


Рис. 16. Схема включения газосветных ламп.

ИП — искровой промежуток; ЗП — защитный промежуток; НЛ — неоновые лампы; Д — дроссель; 1 — трос; 2 — провода линии.

Заградительные огни выполняются красного цвета и находятся в герметической арматуре. В качестве огней используются светильники типа СОМ-200 с лампами накаливания мощностью не ниже 100 вт или неоновые трубки, помещаемые в стандартную световую арматуру с куполообразным стеклянным колпаком. Включение за-

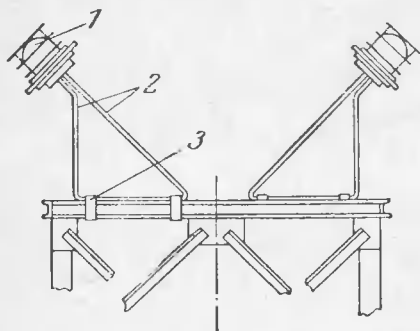


Рис. 17. Установка заградительных огней световой сигнализации на вершине опоры.

1 — светильник; 2 — кронштейн; 3 — крепительный хомут.

градительных огней световой сигнализации производится в темное время суток, а также в дневное время при плохой погоде (туман, дождь, снегопад и т. п.).

Для дневной маркировки светоограждаемые опоры раскрашиваются так, чтобы обеспечивалась хорошая видимость опор на большие расстояния в любое время года. Окраска опор выполняется полосами черного и желтого цвета, го-

ризонтальными или наклонными к горизонту под углом 45° . При маркировке опор ширина полос выбирается в пределах 2—15 м в зависимости от высоты опоры. Число полос каждого цвета должно быть не менее 3. Маркировочная окраска опор возобновляется не реже одного раза в 5 лет.

Ответственность за эксплуатацию светоограждаемых опор и их маркировку несет администрация электросетей.

4. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ОТ ПОЖАРОВ

Причины пожаров опор. Одной из основных причин повреждения деревянных опор являются низовые пожары. Низовые пожары на трассах линий электропередачи возникают в основном в весенний период года вследствие недостаточной расчистки трассы от сухого кустарника, опавших листьев, камыша и травы. Большие участки линий электропередачи могут быть повреждены при степных и особенно при лесных пожарах и пожарах на болотах. В эксплуатации известны случаи, когда пожары возникали при разведении костров охотниками и рыболо-

вами в непосредственной близости от опор или под их основаниями.

Нередки случаи отключения линий электропередачи по причинам возникновения пожаров на их трассах. Так, на одном из участков линии электропередачи 110 кВ, проходящей в непосредственной близости от Кубанских плавней и пересекающей в одном месте эти плавни, заросшие камышом высотой 3 м, при пожаре камыша произошло отключение линии от междудазной защиты. Во время пожара камыша на плавнях остатки от обуглившихся листьев поднялись вместе с потоками горячего воздуха и создали условия для перекрытия воздушного четырехметрового промежутка между проводами, подвешенными горизонтально.

Подобные случаи, когда происходили перекрытия с проводов линий электропередачи на землю через продукты горения и пламя пожаров, имели место и в других районах страны.

Возникают пожары деревянных опор и от выгруженного под их основаниями горящего шлака.

При механических повреждениях опор от наезда транспорта или подсечении проводов строительными машинами, вызывающими падение опор и обрыв проводов от коротких замыканий, при наличии на трассе сухого кустарника, соломы торфа возникают низовые пожары, которые, распространяясь, приводят к повреждению других деревянных опор.

Известно немало случаев возникновения пожаров на линиях электропередачи от грозы. При грозовых поражениях линий электропередачи, как правило, опоры подвергаются значительным механическим разрушениям: расщеплению траверс, стоек, пасынков и даже полному разрушению опор. Почти все случаи грозовых поражений опор сопровождаются обугливанием древесины. Зарегистрированы случаи, когда отдельные элементы опор загорались открытым пламенем.

Кроме того, при атмосферных перенапряжениях отключения линий сопровождаются перекрытиями и разрушениями изоляторов (рис. 18). При перекрытии гирлянды на изоляторах появляются следы оплавления фарфора. На гладкой поверхности глазури появляются бесформенные пятна с обнажением фарфора. Глазурь отстает от фарфора тонкими слоями. От воздействия дуги разрушаются отдельные элементы гирлянд. Наблюдают-

ся случаи разрыва гирлянд и падения проводов на землю, значительные оплавления проводов и тросов и их обрыв.

При перекрытии фарфоровой изоляции от атмосферных перенапряжений появляются большие токи утечки, вызывающие возгорание опор в местах сочленения отдельных элементов или в местах крепления гирлянд изоляторов к траверсе. При разрушении фарфоровой изоляции средних фаз провод падает на крестообразные или Z-образные связи, и вследствие больших токов утечки опора возгорается в местах сочленения стоек с пасынками.

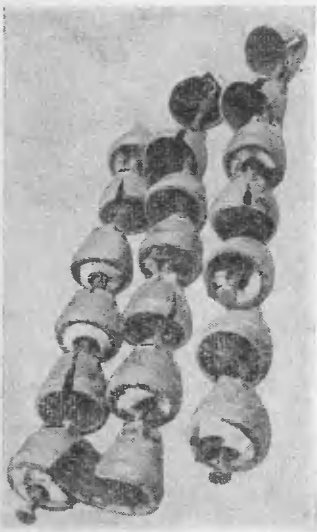


Рис. 18. Гирлянды изоляторов после перекрытия.

Перекрытию гирлянд в значительной степени способствует загрязнение изоляторов линий электропередачи, проходящих в районах с загрязненной атмосферой, расположенных на морских побережьях или поблизости от некоторых промышленных предприятий (цементных, химических и металлургических заводов, угольных разработок и т. д.). Если фарфоровая поверхность изоляторов загрязнена высокодисперсной пылью, то в увлажненном состоянии (при туманах, мокром снегопаде, морозящих дождях, росах) при температуре воздуха $2-10^{\circ}\text{C}$

разрядное напряжение изоляторов значительно снижается, что приводит к возникновению токов утечки и перекрытию гирлянд.

При прохождении линий электропередачи в районах с плохо проводящими грунтами, когда сопротивление контуров заземлений опор превышает допустимые величины, при прямых ударах молнии наблюдаются перекрытие гирлянд изоляторов и расщепление траверс и стоек сразу на нескольких опорах.

При строительстве линий электропередачи в зимний период, когда деревянные опоры устанавливаются в мерзлый грунт, при оттаивании или размывании грун-

та в паводковый период возможны случаи значительного перекося опор и изменения их геометрических размеров. В результате этого провода отдельных фаз приближаются к телу опоры на недопустимые расстояния или даже соприкасаются с телом опоры, что вызывает прохождения токов утечки и возгорание опор.

Тушение пожаров. Характер горения опор зависит от состояния и качества применяемой для изготовления их элементов древесины. Сухая пропитанная древесина легко воспламеняется, непропитанная древесина более устойчива к пожарам. Распространению пожаров в значительной степени способствует состояние погоды.

Способы тушения загоревшихся деревянных опор зависят от местных условий и интенсивности пожара.

При горении пасынков и нижних частей крестообразных или Z-образных связей и стоек опор для тушения применяются обычно песок, земля и вода. Тушение водой загоревшихся верхних частей элементов опор без отключения линии категорически запрещается, так как вода является проводником тока. При пожарах верхних частей опор линии отключаются и тушение осуществляется с телескопических автовышек. Следует помнить, что поврежденные при пожаре элементы деревянных опор теряют свою несущую способность. Поэтому в необходимых случаях требуется дополнительно укрепить опору оттяжками, чтобы предотвратить ее падение.

Тушение пожаров опор линий электропередачи, проходящих по болотистой местности, связано с большими затратами труда, поскольку из-за слабости грунта затрудняется подъезд к месту пожара транспорта со средствами для тушения и телескопических автовышек. Кроме того, при горении торфа для тушения пожара требуется выемка большей части грунта с загоревшимся торфом вокруг пасынков опоры, что может привести к перекоосу или падению опоры.

Предупреждение низовых пожаров. Для защиты опор от низовых пожаров вокруг каждого пасынка в радиусе 1,5—2 м ежегодно снимается дерн и выкапываются противопожарные рвы глубиной до 0,5 м и шириной 0,5—0,6 м. Однако, как показала эксплуатация, окопка опор как мера борьбы с низовыми пожарами не дает должного эффекта и не предохраняет деревянные опоры от низовых пожаров. Поэтому за последние годы вместо противопожарной окопки пасынков опор применяют описан-

ный ниже способ уничтожения растительности химическими средствами.

В местах, где наблюдаются низовые пожары, особенно на болотах, деревянные пасынки опор заменяются по возможности железобетонными.

Для предупреждения возникновения пожаров администрация электросетей своевременно проводит мероприятия по уборке с трассы линий электропередачи сухого валежника и кустарника, листьев и других горючих материалов, не допуская строительства в охранных зонах линий электропередачи складов топлива и горючего, свалки под основаниями опор горящего шлака и продуктов отходов котельных и литейных предприятий и т. п. При обходах линий с осмотром обходчики проводят беседы с председателями и членами сельскохозяйственных артелей и совхозов и предупреждают об опасности ставить в охранных зонах линий электропередачи скирды хлеба и соломы, стогов сена, разводить костры и устраивать степные пожары и т. п.

При прохождении линий электропередачи по болотистым местам с торфянистыми грунтами необходимо следить за тем, чтобы в охранный зоне не складировались штабеля торфа. Вокруг пасынков деревянных опор в этих случаях выбирается торфянистый грунт на глубину его залегания, после чего осуществляется засыпка котлованов привозным твердым грунтом и засыпка поверхностной площадки вокруг опоры тонким слоем земли или песка. Заросли камыша, как и древесно-кустарниковая растительность, вырубается с шириной просек в соответствии с «Правилами охраны высоковольтных линий электропередачи».

Для предупреждения повреждений опор при лесных пожарах необходимо регулярно следить за состоянием просек и не допускать свалки на трассе сухого хвороста и кустарника, скирдования стогов сена и т. п.

Предупреждение возгорания деревянных опор. Для предотвращения возгорания деревянных опор изоляцию линий электропередачи необходимо содержать в исправном состоянии.

Как уже говорилось, при атмосферных перенапряжениях при перекрытии гирлянд повреждаются изоляторы. Перекрытые изоляторы в большинстве случаев хотя и выдерживают рабочее напряжение, но не могут быть оставлены в работе на длительное время. При прохож-

дении линий электропередачи в загрязненных зонах перекрытая изоляция с поврежденной глазурью заменяется сразу же после обнаружения.

Оставление в работе дефектной изоляции на длительное время недопустимо, так как это снижает грозоупорность линии. И, как показал опыт эксплуатации, чаще всего при наступлении гроз отключаются и повреждаются линии электропередачи, имеющие ослабленную или дефектную изоляцию.

Изоляторы признаются дефектными и не допускаются к дальнейшей эксплуатации, если у них имеются сколы ребер или краев юбки общей поверхности площадью более 3 см^2 , радиальные трещины юбки или цементной заделки, явно выраженные перекрытия фарфора и повреждения глазури, выползание пестика, трещины или оплавления в чугунных шапках и т. п.

Дефектные изоляторы выявляются при обходах, верховой ревизии с внешним осмотром или измерительными штангами.

Содержание сопряжений отдельных элементов. В эксплуатационных условиях особое внимание уделяется состоянию сопряжений отдельных элементов деревянных опор. Возгорание древесины опор от токов утечки объясняется плохим контактом между отдельными элементами опоры в месте их сочленения, а также между древесиной опоры и металлическими деталями. Поэтому сопряжения всех частей опоры должны быть плотно пригнаны друг к другу. Неплотности между отдельными элементами устраняются подтеской и подгонкой. Наличие зазоров в сопряжениях не допускается, так как это может привести при усыхании древесины к значительным изменениям геометрических размеров и последующему перекосу опоры.

Во избежание смятия и предупреждения возгорания древесины в местах сочленения элементов под головки болтов и под гайки подкладываются фасонные шайбы с малым контактным сопротивлением. Для улучшения электрического контакта древесина под шайбами подтесывается на 3—6 мм.

При выполнении ремонтных работ по замене элементов опоры применяется буров для высверливания отверстий диаметром, большим диаметра болта не более чем на 1 мм. Во избежание возгорания древесины от токов утечки отверстия под болты для крепления гирлянд изо-

ляторов, а также отверстия под болты для крепления траверс к стойкам высверливаются точно по диаметру болтов, которые забиваются в высверленные отверстия кувалдой.

При прохождении линий электропередачи в районах с повышенной загрязненностью для предохранения древесины опор от возгорания сопряжения отдельных элементов шунтируются бандажами из медной проволоки, обеспечивающими надежный электрический контакт. Бандажи крепятся к деталям деревянной опоры медными гвоздями.

При наличии двух пасынков на одной стойке опоры выполняется шунтирование обоих пасынков в равной мере. Если будет зашунтирован только один пасынок, то при больших токах утечки возможно возгорание опоры в месте соприкосновения стойки с незашунтированным пасынком. Шунтирование траверсы выполняется в месте сочленения ее со стойками.

За линиями электропередачи, построенными в зимний период, при наступлении грозового сезона устанавливается усиленное наблюдение. При необходимости производится выправка опор и дополнительная подтяжка болтов в местах сопряжений элементов.

5. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ОТ ПАДЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ И ПЕРЕКРЫТИЙ НА ДЕРЕВЬЯ

Требования, предъявляемые к трассам. Серьезные повреждения линий электропередачи происходят из-за падения на провода и тросы подгнивших или спиленных посторонними организациями или неизвестными лицами деревьев, а также перекрытия с проводов на деревья при ветрах, грозах и ливневых дождях. Это становится возможным при несвоевременной расчистке трассы от древесно-кустарниковой растительности или при недостаточной ширине просеки.

Ширина просеки для линий электропередачи, проходящих по лесным массивам и зеленым насаждениям, устанавливается ПУЭ.

При высоте насаждений до 4 м ширина просеки вырубается не менее расстояния между крайними проводами линии плюс 6 м (по 3 м в каждую сторону от крайних проводов). При высоте насаждений более 4 м ширина просеки принимается равной не менее длины траверсы опоры плюс удвоенная высота основного лесного масси-

ва [по расстоянию, равному высоте основного лесного массива на каждую сторону от крайних проводов (рис. 19)].

Отдельно стоящие деревья на краю просеки, высота которых превышает высоту основного лесного массива, вырубаются.

В парках, заповедниках, лесах вокруг населенных пунктов, ценных лесных массивах, защитных полосах вдоль железных и шоссейных дорог, запретных полосах

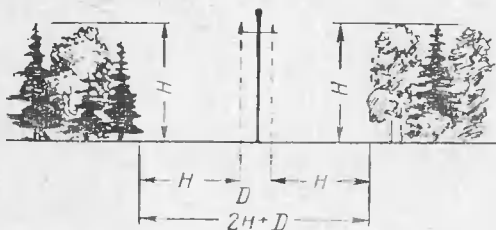


Рис. 19. Просека в однородном по высоте лесу.

H — высота деревьев, м; D — длина траверсы, м.

вдоль рек и озер ширина просек устанавливается администрацией электросетей по договоренности с организацией, в ведении которой находятся эти лесонасаждения. При этом, однако, расстояния от проводов линии при наибольшем их отклонении до кроны деревьев должны быть не менее, м:

Для воздушных линий до 20 кв включительно	2
То же 35—110 кв	3
То же 154—220 кв	4
То же 500 кв	5

При прохождении линии электропередачи через территорию с фруктовыми садами при высоте фруктовых деревьев не более 4 м вырубка просек не требуется.

При установлении ширины просеки все деревья сомнительной прочности, которые находятся в пределах охранной зоны и угрожают падением на провода линии электропередачи, вырубаются.

Форма разрубки просек. За последние годы внедряются более прогрессивные формы разрубки просек, позволяющие снизить капитальные вложения на сооружение и содержание линий электропередачи при одновременном обеспечении их эксплуатационной надежности.

Так, широко применяется в эксплуатационных условиях разрубка просек по так называемой «яйцеобразной» форме, обеспечивающей необходимые расстояния от проводов при наибольшем их отклонении до кроны деревьев (рис. 20,а). В этом случае ширина разрубаемой просеки на уровне установки опор при одинаковой высоте основного лесного массива менее ширины просеки

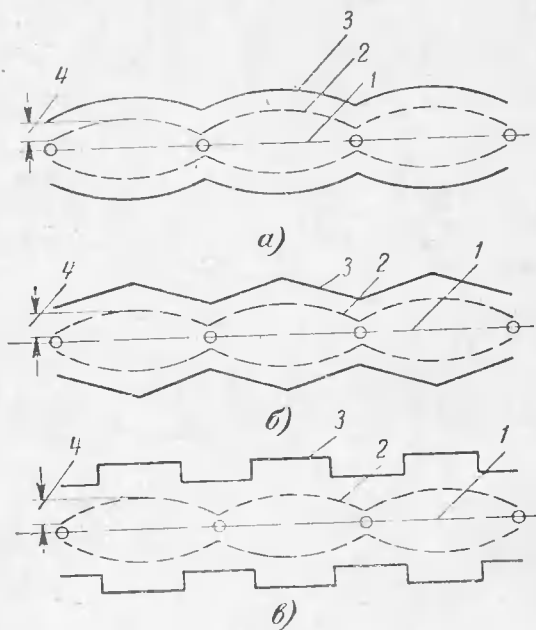


Рис. 20. Формы разрубki просеки.

а — яйцеобразная; б — ступенчатая; в — ромбическая.
1 — ось линии; 2 — провод; 3 — граница леса; 4 — величина максимального отклонения провода.

в середине пролета на величину максимально возможно отклонения провода при ветре в середине пролета. Известны ступенчатые (рис. 20,в) и ромбические (рис. 20,б) формы разрубki трассы, позволяющие также уменьшить объемы работ.

Однако во всех случаях при выборе решения о ширине просеки учитываются особенности леса: устойчивость деревьев в грунте и характер грунта, мощность корневой системы деревьев, ценность пород деревьев и средний процент гнилостного поражения деревьев, атмосферное

воздействие на лес и т. п. Например, у деревьев в густом лесу корневая система слабая, и при разрубке просеки, когда появляется боковое воздействие ветра на лесной массив, возможны случаи падения отдельных деревьев. При недостаточной ширине трассы это приводит к повреждениям линий электропередачи. В редком лесу корневая система деревьев достаточно развитая, поэтому ширина разрушаемой просеки уменьшается. У деревьев густого лесного массива, находящихся на опушке, корневая система также сильная и ширина просеки на этом участке также уменьшается.

Неправильно принятое решение о выборе расстояний между максимально отклоненным проводом и деревьями приводит обычно к повреждениям линий электропередачи (обрывам проводов и тросов, пожарам и т. п.), несчастным случаям с людьми или к неоправданным затратам по вырубке просек.

Расчистка трассы в эксплуатационных условиях. Администрация электросетей организует регулярное наблюдение за состоянием трассы линий электропередачи, проводя периодические расчистки трассы. Расчистка трассы линий электропередачи от древесно-кустарниковой растительности является одной из трудоемких работ. До последнего времени вырубка кустарника вручную являлась основным способом расчистки трассы и составила 30—35% общего объема работ на линиях электропередачи.

На расчистку трассы вручную затрачивается очень много рабочей силы, так как выработка на 1 чел.-день составляет в среднем 0,08 га, а в отдельных случаях, при густых зарослях, не превышает 0,04—0,05 га.

Как правило, вырубка кустарника производится в зимнее время, когда линейный персонал наиболее свободен. Из-за снега на трассе после ручной рубки остаются пни высотой около 0,5 м, затрудняющие после таяния снега проезд и проход по трассе. Кроме того, от корневой системы оставшихся пней весной появляется густая поросль, прирост которой за один год (тополь, осина) составляет 1—1,5 м. В настоящее время в энергосистемах широко применяют механизированные способы расчистки трасс.

Для расчистки трассы от особо крупного кустарника применяются бульдозеры на тракторе ДТ-54. Основная масса кустарника при двукратном прохождении

бульдозера в разных направлениях извлекается с корнем, а часть кустарника, пригнутого к земле, засыхает на следующий год и не дает побегов. Мелкий кустарник хуже поддается срезке бульдозером.

При применении для расчистки трассы бульдозера с трактором С-80 или С-100 производительность труда увеличивается и повышается качество расчистки трассы. Выработка в день в этом случае составляет 2,0—4,0 га.

Для срезывания мелких деревьев и кустарника диаметром до 5 см с высотой срезывания над поверхностью 30 см, а также собирания его в валки применяется кусторез типа Д-306А с активным рабочим органом. Кусторез типа Д-306А смонтирован на тракторе ДТ-55А с уширенными гусеницами.

Для срезывания кустарника кусторез оборудован режущим аппаратом, привод которого осуществляется через систему передачи от вала отбора мощности трактора ДТ-55А. Ввиду небольшого давления на грунт при передвижении кусторез используется при расчистке трасс линий электропередачи, проходящих по болотам и другим увлажненным местам, где не могут быть использованы другие типы кусторезов (например, типа Д-174В, оборудованный на гусеничном тракторе С-100).

Производительность кустореза типа Д-306А составляет 0,12—0,24 га/ч с шириной захвата за один проход до 2,5 м.

Как показала эксплуатация, способ удаления кустарника при помощи механизмов (кусторезов, бульдозеров, электропил, электросучкорезок) в ряде энергосистем широкого применения не нашел вследствие сложности трасс линий электропередачи. Наличие большого количества пней, валунов в гористой местности, заболоченных участков затрудняет передвижение механизмов и снижает их производительность. Кроме того, как при ручной расчистке трасс линий электропередачи от кустарника, так и при помощи механизмов сохраняются корни кустарника, в результате чего появляется новая поросль.

За последние годы для уничтожения древесно-кустарниковой растительности на трассах линий электропередачи применяют более прогрессивный и производительный метод расчистки химическими средствами, позволяющий полностью уничтожать кустарник и особенно его корневую систему на длительное время. Проведен-

ная химическая расчистка за последние годы энергосистем дала хорошие результаты.

Внедрение химической расчистки трасс позволяет значительно снизить трудозатраты по сравнению с механическим способом. Примерная эффективность химической расчистки трасс линий электропередачи по сравнению с ручной расчисткой приведена в табл. 1.

Таблица 1

	При расчистке 1 га кустарника	
	химической	ручной
Затраты времени, чел-ч . .	15—17	150—300*
Стоимость обработки, руб. .	25,0—27,0	100,0—120,0

* Зависит от количества кустов или деревьев на 1 м².

На всех трассах, где производится обработка зарослей химическими средствами, почти 100% кустарника поражается, листья засыхают, а новые ростки от корневой системы не появляются.

Поражение корневой системы позволяет не только увеличить сроки между периодическими расчистками трасс от древесно-кустарниковой растительности, но и использовать расчищенные участки под пастбища, сенокосные угодья и посевы сельскохозяйственных культур.

Для уничтожения древесно-кустарниковой растительности химическим способом применяется бутиловый эфир с содержанием действующего вещества 40—50% или эмульсий химических препаратов определенной концентрации.

При работе на трассе с химическими препаратами соблюдаются специальные правила безопасности, так как бутиловый эфир и аминные соли содержат ядовитые примеси. Характерной особенностью бутилового эфира, аминных и натриевых солей является то, что они обладают запахом карболовой кислоты (больничный запах), неогнеопасные и не вызывают заметной коррозии металла.

Эффективность действия химических препаратов в значительной мере зависит от их дозировки и нормы расхода жидкости на 1 га обрабатываемой трассы. Нормы расхода ядохимикатов зависят от породы древесно-кустарниковой растительности (ольха, береза, ива, осина и т. п.), дозирования действующего вещества и тем-

температуры окружающего воздуха. Опыт проведения химической расчистки трасс линий электропередачи показывает, что приемлемыми могут быть нормы дозирования, указанные в табл. 2. Однако, если такая дозировка ядохимиката бутилового эфира 2,4Д является достаточной для 100%-ного уничтожения ольхи и после вторичной или даже тройной обработки — для березы и осины, то для уничтожения ивы следует применять раствор натриевой соли или бутилового эфира, но с большей дозировкой действующего вещества.

Таблица 2

Порода древесно-кустарниковой растительности	Натриевая соль 2,4 ДУ		Бутиловый эфир 2,4Д	
	Дозировка действующего вещества, кг/га	Расход жидкости, л/га	Дозировка действующего вещества, кг/га	Расход жидкости, л/га
Ольха	5—6	300	4—5	100
Береза, ива, осина, тополь	6—7	300	5—6	100

Кустарники хорошо уничтожаются в ясные тихие дни в летний период (май, июнь, июль) при температуре воздуха не ниже 14—15 и не выше 24°С. Выпавший в день опрыскивания дождь снижает действие химических препаратов. Поэтому после дождя химическая обработка трасс повторяется.

В качестве опрыскивателей кустарника ядохимикатами используются опрыскиватели типа ОКМ. Производительность опрыскивателей типа ОКМ составляет примерно 1—2 га/ч.

В ряде энергосистем для химической расчистки трасс линий электропередачи применяют опрыскиватели, смонтированные на линейных автомашинах или тракторах, которые при необходимости быстро демонтируются.

На рис. 21 показано размещение установки для химической расчистки трассы от кустарника на тракторном прицепе. Опрыскиватель типа ОНО с плунжерным насосом производительностью 25—30 л/мин приводится в действие от электростанции ЖЭС-9.

В Ярославской энергосистеме для разбрызгивания ядохимикатов было применено приспособление, позво-

ляющее с большей производительностью и удобством производить химическую обработку древесно-кустарниковой растительности. Для этой цели на тракторе ДТ-54, отличающемся большей маневренностью и скоростью движения, монтируется специальный бак емкостью до 500 л (рис. 22). Бак соединяется всасывающим патрубком с гидронасосом, приводящимся в действие валом отбора мощности трактора. При открытии крана ядохимикаты в виде жидкости посредством гидронасоса через выпускающий патрубок подаются в распылительный на-

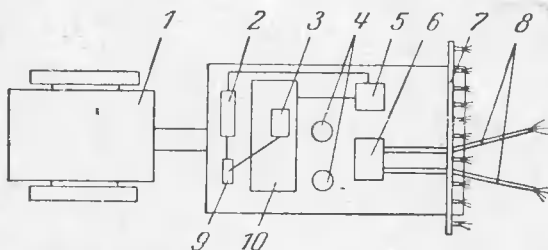


Рис. 21. Размещение установки для химической расчистки трассы на тракторном прицепе.

1 — трактор; 2 — электростанция; 3 — мешалка; 4 — резервные баки; 5 — двигатель насоса; 6 — плунжерный насос; 7 — коллектор; 8 — шланг с распылителем; 9 — двигатель мешалки; 10 — цистерна.

конечник, с помощью которого жидкость разбрызгивается на древесно-кустарниковую растительность. Применение этого приспособления позволяет производить обработку ядохимикатами древесно-кустарниковой растительности высотой до 3 м с производительностью около 1 га за 3 ч.

Наиболее экономична и производительна обработка трасс линий электропередачи с самолетов. Так, использование самолетов АН-2 для химической обработки трасс от кустарника с применением штанговых опрыскивателей длиной 15—23 м с 80 распылителями и с шириной захвата 20—30 м позволяет за один день выполнить химическую обработку трасс на площади 50—100 га и снизить затраты на расчистку примерно в 6 раз. Обработка химическими средствами трасс с самолета не требует отключения линий, за исключением линий 500 кв.

По данным ОРГРЭС расчистка трасс с помощью самолета АН-2 в некоторых энергосистемах позволила со-

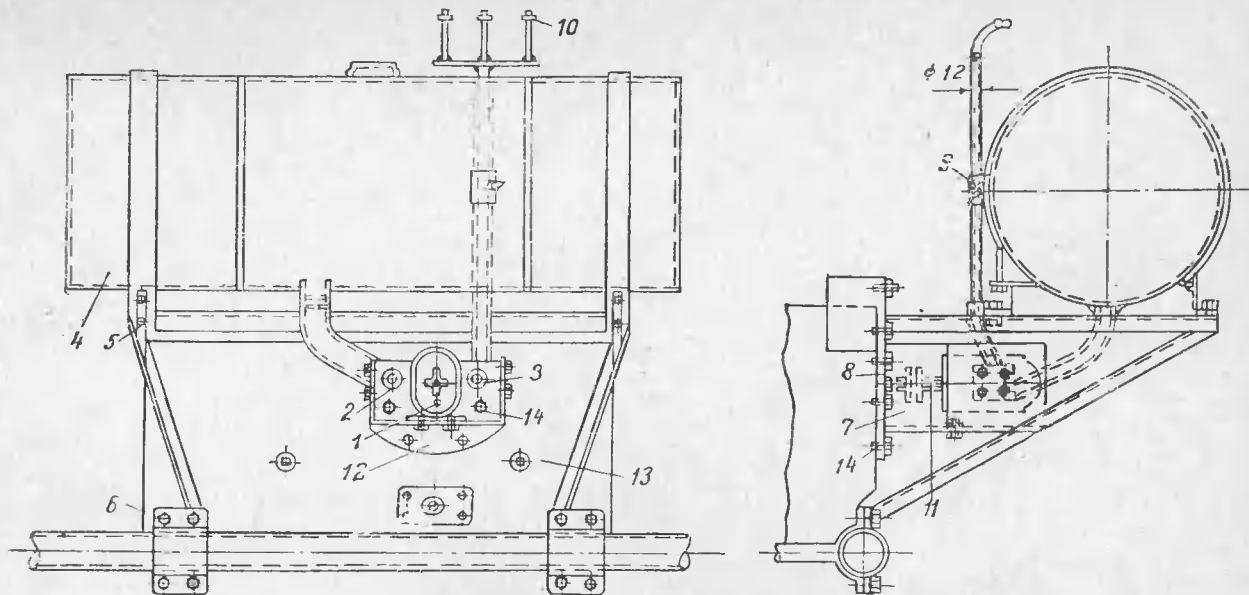


Рис. 22. Опрыскиватель на тракторе ДТ-54.

1 — гидронасос; 2 — всасывающий патрубок; 3 — выпускной патрубок; 4 — бак; 5 — болт кронштейна бака; 6 — болт крепления бугеля; 7 — гибкая муфта; 8 — болт крепления каркаса; 9 — кранник; 10 — распылитель; 11 — вал отбора мощности; 12 — каркас для крепления насоса; 13 — корпус заднего моста; 14 — болт крепления каркаса.

кратить трудозатраты в 5—6 раз по сравнению с механическим способом.

Техника безопасности при расчистке трассы. Расчистка трассы выполняется с соблюдением мер, предупреждающих падение срубленных деревьев на провода линий электропередачи или соприкосновения деревьев с проводами, так как это приводит к отключению и повреждению линий и несчастным случаям с работающими.

В первую очередь сваливаются подгнившие, подгоревшие или стоящие в болотистой местности и имеющие пораженную корневую систему деревья. Перед валкой дерева, намечаемого к срубке, к нему привязывается не менее двух веревочных оттяжек, которыми дерево во время падения оттягивается в сторону от проводов поперек или, в крайнем случае, при стесненных размерах вдоль линии, находящейся под напряжением. Расчистка трассы при сильном ветре запрещается.

При проведении химической расчистки трассы от кустарника руководитель работ за 3—5 дней до начала работ предупреждает местное население о сроках и месте проведения работ на трассах линий электропередачи и об опасности, которую представляют химические препараты. Участки трассы, подвергаемые химической обработке, заблаговременно ограждаются специальными плакатами, запрещающими пасти и прогонять скот, косить траву в течение 2 недель, собирать грибы и ягоды на этих участках в течение всего летнего текущего сезона. Владельцы пасек предупреждаются о необходимости изоляции пчел в ульях на срок проведения работ по химической расчистке трассы. В противном случае может быть сильный мор пчел.

К работе с ядохимикатами допускаются лица из числа электромонтеров-линейщиков после специального обучения и получения специальных допусков.

Работа с ядохимикатами выполняется с использованием специальных защитных средств и спецодежды. В период работы с ядохимикатами хранение и прием пищи, курение на рабочих участках не разрешается, так как это может привести к отравлению. Перед приемом пищи рабочие тщательно моют руки и лицо, а рот прополаскивают. По возвращении с работы рабочие принимают горячий душ или купаются в открытом водоеме.

6. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В МЕСТАХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ С ДРУГИМИ ЛИНИЯМИ

Возможные повреждения. В процессе эксплуатации линий электропередачи возможно уменьшение проектных расстояний между проводами пересекаемых линий, что приводит впоследствии к их повреждениям.

Причинами уменьшения этих расстояний могут быть вытяжка проводов с течением времени, изменение геометрических размеров опор вследствие их наклона или перестановки на новое место во время ремонта. В эксплуатации известны случаи, когда в результате неудовлетворительной заделки переходные центрифугированные железобетонные опоры, установленные в пробуренные котлованы без ригелей, поворачивались вокруг продольной оси опоры под действием усилий крутящих моментов, вызываемых при обрыве проводов. Это приводило к уменьшению расстояний между проводами пересекаемых линий электропередачи.

Наиболее распространенной причиной уменьшения расстояний между проводами пересекающихся линий или между проводами и деревьями или инженерными сооружениями является воздействие ветра.

Под действием усилий ветра наблюдается выдувание проводов в пролете. Величина отклонения проводов в пролете различна и зависит от силы ветра и его направления по отношению к линии электропередачи и веса проводов.

Максимальная величина отклонения провода в пролете при ветре, направленном перпендикулярно продольной оси линий, будет в середине пролета. Поэтому при проектировании пересечений линий электропередачи с другими действующими линиями места пересечений линий выбираются возможно ближе к опоре верхней из пересекающихся линий.

Сближение проводов разных линий приводит к перекрытию между проводами пересекающихся линий, ведущему к отключению обеих линий и значительным оплавлениям и даже обрывам проводов в месте их соприкосновения. Так как пересекаемые линии, как правило, бывают линиями более низкого напряжения, то при перекрытиях на них повреждается линейная изоляция, а также изоляция соединяемых этой линией трансформаторных подстанций. Кроме того, нередки случаи возникновения пожаров в производственных и жилых помещениях

от повреждений силовой и осветительной проводки, а также несчастные случаи с людьми и животными.

В эксплуатационных условиях за техническим состоянием пересечений линий осуществляется тщательный надзор. Каждое пересечение линий с другими линиями или инженерными сооружениями строго учитывается и периодически осматривается.

Отсутствие постоянного надзора за переходами, а также проведение некачественного осмотра пересечений линий электропередачи их владельцами приводят к серьезным повреждениям линий и их длительному отключению.

Так, в одной энергосистеме в летний период 1963 г. систематически отключалась воздушная линия 110 кв, построенная на деревянных опорах с горизонтальным креплением проводов. Линия проходила в основном по безлесному участку трассы. Неоднократно проведенные осмотры линии электромонтерами-обходчиками не дали никакого результата. При анализе отключений было установлено, что линия отключалась только при порывистом ветре, что включение линии осуществлялось от АПВ. Все это говорило о том, что на трассе не выдержаны расстояния проводов линии по отношению к каким-либо предметам: деревьям, зданиям, сооружениям, пересекаемым линиям электропередачи или связи и т. п.

После осмотра линии опытным мастером было установлено, что на трассе линии была построена линия электропередачи 10 кв с подвеской проводов марки А-16 с ослабленным тяжением в месте пересечения и нарушением расстояний между проводами пересекаемых линий. При порывистом ветре легкие алюминиевые провода линии 10 кв подхлестывались к проводам линии 110 кв и вызывали короткие замыкания и отключение обеих линий.

Кроме того, в результате попадания напряжения 110 кв на воздушную линию 10 кв на последней были вызваны серьезные повреждения: перекрытия и пробой линейной изоляции, повреждение трансформаторов комплектных подстанций, оплавление и пережог проводов воздушной линии 10 кв и т. п.

Администрация электросетей должна следить за тем, чтобы без согласования с ней не производилось строительство новых линий электропередачи под действующими линиями. Включение в работу новых линий электро-

передачи осуществляется после оформления актов осмотра мест пересечения совместно с представителями организаций, в ведении которых находятся пересекаемые линии.

Ремонт проводов и тросов в местах пересечений. При необходимости выполнения работ по ремонту проводов и тросов на пересечениях линий электропередачи с другими линиями производятся отключение и заземление обеих линий.

При необходимости ремонта проводов и тросов в местах пересечений линий электропередачи с железными или шоссейными дорогами администрация электросетей принимает необходимые меры по предупреждению повреждений проводов и тросов движущимся транспортом.

Для производства ремонта проводов переходов линий электропередачи через железную дорогу админист-

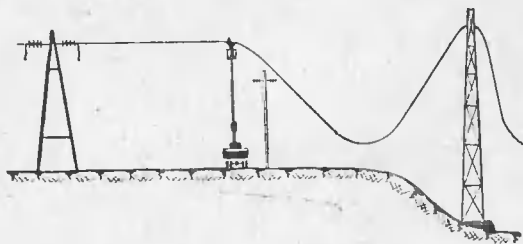


Рис. 23. Ремонт провода линии электропередачи в месте пересечения с воздушной линией.

рация электросетей подает заявку диспетчеру службы движения отделения железной дороги и по его разрешению выполняет работу в период предоставляемых «окон», когда на этом участке прекращается движение поездов. Для большей безопасности место работы ограждается сигналистами из числа представителей железной дороги. Если ремонт проводов переходов линий электропередачи производится в месте пересечения с электрифицированной железной дорогой, то контактная сеть отключается и заземляется на месте производства работ. Кроме того, администрация электрифицированного участка железной дороги выставляет своего наблюдателя.

При ремонте проводов и тросов переходов линий электропередачи через шоссейные дороги место работы

также ограждается с обеих сторон сигналистами с красными флажками, которые предупреждают водителей проходящего транспорта об осторожном движении в зоне работы бригады. В случаях напряженного движения автотранспорта администрация электросетей обращается за необходимой помощью в ГАИ, которая высылает на место работы своего представителя.

При невозможности отключения пересекаемой линии или прекращения движения поездов или автотранспорта нередко используются защитные ворота. Защитные ворота изготавливаются из деревянных или метал-

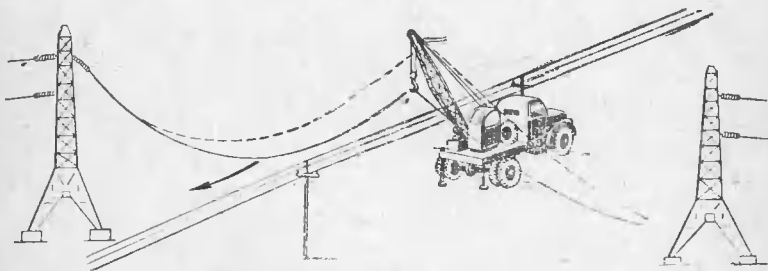


Рис. 24. Монтаж и демонтаж провода линии электропередачи в месте пересечения с воздушной линией с помощью автокрана.

лических опор, устанавливаемых по обе стороны пересекаемого объекта, к которым крепятся перекладины со специальными устройствами, препятствующими соскальзыванию проводов.

На работах, связанных с ремонтом проводов и тросов на пересечениях с линиями связи и линиями электропередачи напряжением 3—10 кВ, в ряде энергосистем широко применяются телескопические вышки.

Применение автовышек позволяет легко и быстро осуществить переброску ремонтируемых проводов или тросов через пересекаемые линии (рис. 23).

Вместо сооружения защитных ворот нередко используется поднятая стрела автокрана, устанавливаемого рядом с линией, на которой будут производиться работы (рис. 24). На крюке или конце стрелы автокрана подвешивается ролик, в который укладывается ремонтируемый провод.

При ремонте одного провода в пролете пересечения линии с другими линиями работы производятся без устройства защитных ворот.

В этом случае ремонтируемый провод подвязывается веревкой к одному из проводов соседних фаз с тем, чтобы он на все время работы находился подвешенным выше пересекаемой линии.

7. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

В горных условиях основным направлением в обеспечении безаварийной работы линий электропередачи является осуществление мероприятий по защите опор от разрушения снежными и каменными лавинами и горными реками.

Лавины являются характерным явлением горных районов со значительным количеством осадков (на Кавказе, в Хибинах, горах Средней Азии, на Урале, в горах Чукотского полуострова и Камчатки) и представляют собой соскальзывающие с горных склонов снежные или каменные массы, достигающие ширины нескольких сотен метров.

Результаты исследований и наблюдений, проведенных на Кавказе и на Кольском полуострове, показали, что давление падающих лавин, измеренное с помощью специальных приспособлений, достигает десятков тонн на 1 м^2 . Из многолетних наблюдений за характером и действием ледниковых, каменных и снежных лавин известно, что лавины, находящиеся даже в верховьях гор, на значительном удалении от трасс линий электропередачи, являются причинами массовых их повреждений и завалов.

Характер повреждений горных линий электропередачи при оползнях и лавинах различен. Так, при воздействии пылевых ураганных лавин повреждаются провода и опоры линий электропередачи. При падении каменных или снежных лавин или при оползнях опрокидываются опоры и даже срезаются фундаменты опор. Так, на линии электропередачи напряжением 110 кВ, питающей один из курортных городов, при оползнях одна опора была смещена с проектной отметки и вынесена переместившимся грунтом из створа оси линии на несколько метров. На другой линии напряжением 35 кВ в результате оползня на большом участке трассы про-

изошло значительное смещение семи опор, в результате чего пролеты между опорами были увеличены, а провода не выдержали нагрузок от переместившихся опор и были оборваны. Несколько опор в этом случае было повреждено, часть из них накренилась, а линия вышла из строя на длительный период времени.

Поэтому при проектировании горных линий электропередачи трассы выбираются из условий охраны линий на участках, подверженных оползням и постоянным каменным или снежным лавинам и размывам водами горных рек, а также из условий удобства эксплуатации.

С учетом сложного профиля горной местности, изобилующего глубокими ущельями и крутыми склонами, изыскания и строительство линий электропередачи ведутся с учетом добавления углов поворота трассы с применением обходных вариантов, являющихся в горных условиях наиболее экономичными. Опасные участки трассы линий электропередачи перекрываются по условиям лавинных и оползневых воздействий на повышенных промежуточных или анкерных опорах. Обычно на горных линиях электропередачи количество анкерно-угловых опор в 3—4 раза больше, чем на линиях, построенных на трассах, отличающихся спокойным рельефом.

Защитные сооружения выполняются после тщательного изучения лавинной опасности с учетом воздействия реальных условий. Однако действительные значения усилий лавин не всегда удается определить точно, поэтому принятые конструкции защитных сооружений в некоторых случаях являются малоэффективными средствами защиты опор.

Конструкции защитных сооружений различны и выполняются в зависимости от конкретных особенностей трассы.

В качестве защитных сооружений применяются монолитные бетонные фундаменты с клинообразным железобетонным оголовником, направленным навстречу ожидаемому движению лавин. Для изготовления оголовника применяется высокопрочный морозостойкий бетон. При надежном анкерование в грунте подобное монолитное защитное сооружение позволяет выдерживать давление лавин в несколько десятков тонн на 1 м^2 .

Если давление лавин не превышает 10 Т для промежуточных и анкерных металлических опор, устанавливаемых на сборных железобетонных подножниках, за-

щитные сооружения выполняются повышенного типа на каждом подножке (рис. 25). Для увеличения жесткости и лучшего анкерования в грунте подножки соединяются общей рамной конструкцией.

На участках, подверженных воздействию лавин с усилием не более 5 Т/м^2 , рекомендуется применять клинообразные защитные стены из каменной кладки.

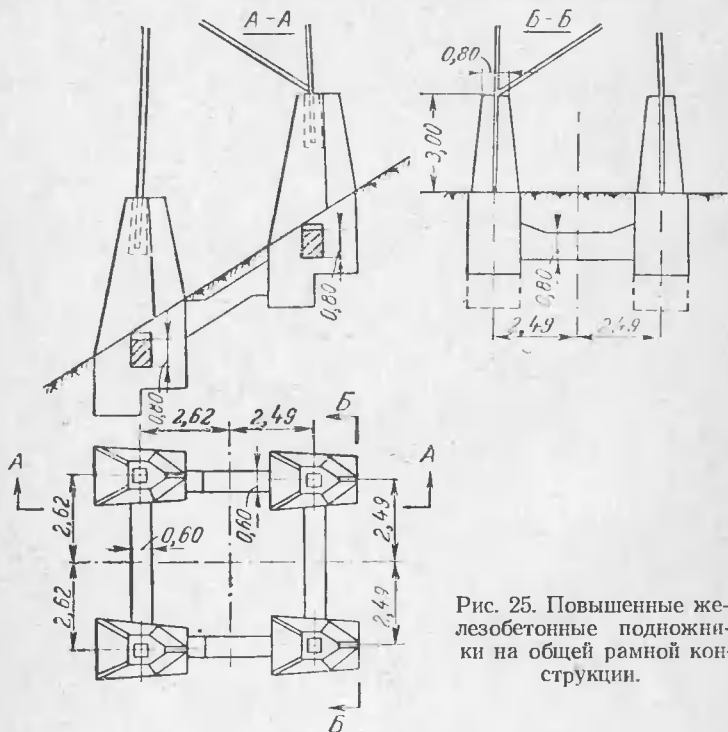


Рис. 25. Повышенные железобетонные подножки на общей рамной конструкции.

Глубина и высота заделки защитных клиньев выбираются в зависимости от давления лавин. Высота стен защитных сооружений зависит от предполагаемого вала лавин и выбирается так, чтобы остановить лавинный ход.

При обнаружении в эксплуатационных условиях вновь образуемых лавин или оползней в качестве защитных сооружений применяются клинообразные защитные железобетонные стены, устанавливаемые перед опорами и рассчитываемые на полное давление лавины или предназначенные для отведения лавины от опоры (рис. 26).

Одним из важнейших мероприятий по охране линий электропередачи от повреждений оползнями является своевременное выявление оползневых участков, находящихся или вновь образовавшихся на участках трассы линии. При выявлении оползневых участков администрация электросетей предпринимает меры по перестановке опор на новые проектные отметки, находящиеся вблизи оползневого участка, на котором предварительно устанавливаются фундаменты и опоры, после чего провoda демонтируются с опоры оползневого участка и монтируются на вновь установленную. Если при этом дли-

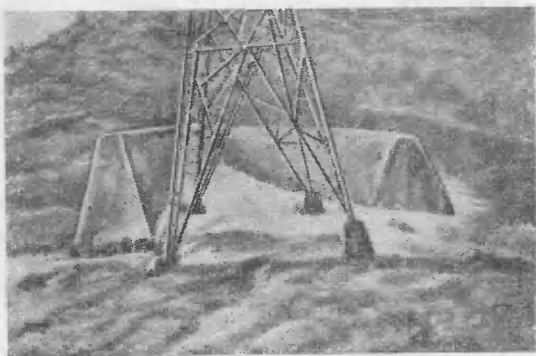


Рис. 26. Защитная стенка, выполненная из железобетона.

на пролетов увеличивается, вызывая уменьшение расстояния провода по отношению к земле, то устанавливаются дополнительные опоры. В случаях, когда не представляется возможным произвести перестановку опор с оползневых участков на стабильные материковые грунты (например, из-за малых расстояний или наличия ущелий, горных отрогов и т. п.), предпринимаются меры по отведению грунтовых вод оползневого участка путем прокладки специальных дренажных канав, исключающих возможность подпитки грунтовыми водами оползневого участка. На весь период проведения дренажных работ по осушению оползневого участка опоры линии электропередачи укрепляются временными оттяжками, которые рекомендуется оставлять для постоянной эксплуатации, так как грунтовые воды в течение некоторого времени просачиваются под оползневые участки.

В Советском Союзе организованы горно-лавиновые службы (на Кольском полуострове, Кавказе, Памире), которые систематически изучают характер отвалов, оползней, снежных лавин и камнепадов, предупреждая население и администрацию различных предприятий о возникновении и приближении лавинной опасности. Горно-лавиновые службы проводят всевозможные строительные работы по устройству специальных защит на пути лавин, а также искусственное сбрасывание опасных лавин.

Администрация электросетей при эксплуатации линии электропередачи в горной местности должна иметь тесный контакт с горно-лавиновыми службами и планировать совместные работы по устройству и содержанию защитных устройств линий электропередачи.

На линиях электропередачи, трасса которых проходит по труднодоступным горным участкам, подвергаемым на большой протяженности снежным или каменным лавинам, подвеска проводов осуществляется к тросам, закрепляемым в скальном грунте с помощью анкерных болтов.

При строительстве линии электропередачи напряжением 110 кВ на Северном Кавказе, трасса которой проходила по стесненному ущелью, труднодоступному для строительных транспортных средств, подвеска проводов производилась на поперечно-несущих тросах. Для крепления троса с обеих сторон скалистых склонов ущелья бурились скважины диаметром 60 мм на глубину 2 м под углом 45° к вертикальной поверхности скал. В эти отверстия закладывались анкерные болты диаметром 30 мм и заливались цементно-песчаной смесью. К анкерным болтам присоединялись поперечно-несущие тросы, к которым подвешивались поддерживающие или натяжные гирлянды изоляторов и провода.

Как показала эксплуатация этого участка, тросовая система подвески проводов в достаточной степени защищает линию электропередачи от снежных и каменных лавин, паводковых вод горных рек и от повреждений проводов падающими с высоких склонов деревьями.

8. ОХРАНА ПЕРЕХОДОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ НЕФТЕПРОВОДЫ

Как правило, сооружение магистральных нефтепроводов производится вне охранной зоны линий электро-

передачи. Правилами устройства электроустановок при сооружении переходов линий электропередачи через нефтепроводы или при параллельном следовании с ними на участках со стесненными условиями трассы предусматриваются следующие расстояния от подземной части опор до нефтепроводов:

5 м	для воздушных линий	до 35 кв
10 "	" "	110—220 "
15 "	" "	330—500 "

Многолетний опыт эксплуатации линий электропередачи в ряде энергосистем показал, что предусматриваемые в ПУЭ требования к сооружению нефтепроводов под линиями электропередачи не достаточны. В ряде энергосистем имели место случаи серьезных повреждений линий электропередачи с длительным перерывом электроснабжения потребителей по причине возникновения пожаров вышедшей нефти в охранной зоне линий электропередачи из нефтепроводов.

Так, в одной энергосистеме в сентябре 1963 г. при разрыве нефтепровода в месте пересечения с двухцепной линией электропередачи напряжением 110 кв вытекавшая из нефтепровода нефть была собрана в специально вырытом нефтесборном котловане в охранной зоне линии электропередачи. Нефтесборный котлован был вырыт персоналом Управления нефтепровода без согласования с администрацией электросетей. Часть вышедшей нефти была запитана обратно в нефтепровод, а грязевые остатки нефти сжигались в специально вырытых котлованах.

Со стороны персонала Управления нефтепровода не было организовано надлежащего надзора за сжигаемой нефтью и в ночное время по сточным канавам пламя перебросилось в основной котлован. В результате возникновения пожара в непосредственной близости от линии электропередачи у части проводов были оплавлены верхние алюминиевые повивы, а два провода перегорели и упали на землю (рис. 27). Повреждения опор не было.

В этой же энергосистеме позднее в результате значительного повреждения нефтепровода также в месте пересечения с линией электропередачи напряжением 110 кв возник пожар от электрической дуги между проводами и фонтаном прорвавшейся нефти. Так как имела место постоянная подпитка нефти из прорвавшегося не-

фтепровода (своевременно перекрытие задвижек нефтепровода не было сделано) размеры пожара были огромными.

Вытекшая и загоревшаяся нефть вследствие особенности профиля трассы имела преимущественное направление вдоль оси линии электропередачи.

Металлическая промежуточная опора, через основание которой протекала огненная нефтяная «река»,

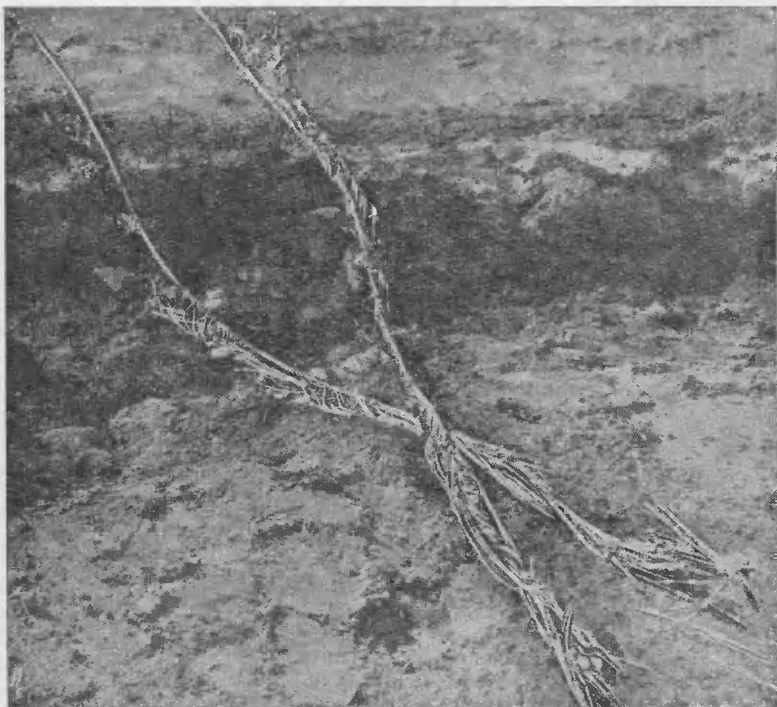


Рис. 27. Повреждение провода при пожаре нефти под воздушной линией.

вследствие высокой температуры горевшей нефти сначала сильно раскалилась, затем в результате потери несущей способности упала (рис. 28). Анкерные болты подножников опоры были отождены и в дальнейшем при восстановлении линии электропередачи эти подножники не были использованы. Одна из смежных опор

сильно накренилась, а вторая была деформирована односторонним тяжением проводов. Все провода и тросы линии электропередачи в зоне действия пожара почти полностью сгорели.

Приведенные факты говорят о том, что переходы линий электропередачи через нефтепроводы по существу не имеют никакой охраны от пожаров вышедшей нефти из поврежденных нефтепроводов.

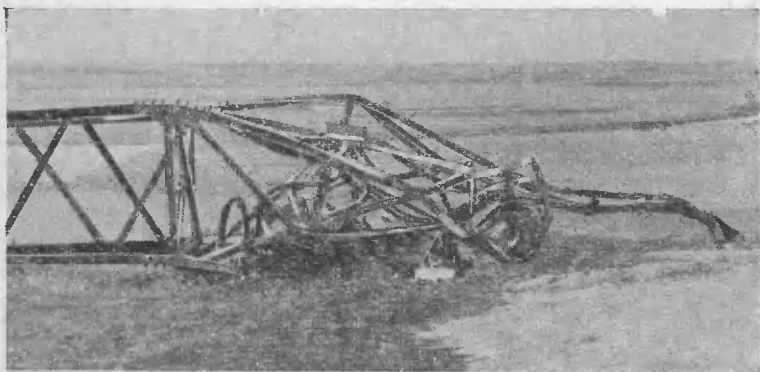


Рис. 28. Поврежденная опора воздушной линии 110 кВ при пожаре нефти.

Как уже отмечалось выше, основной причиной возникновения очага пожара является электрическая дуга, образующаяся между фонтаном прорвавшейся нефти и проводами линии электропередачи или случайное возникновение пожара вышедшей из нефтепровода нефти и воздействие его каким-либо образом на линию электропередачи.

Следовательно, для предотвращения повреждений линий электропередачи от пожара нефти необходимо исключить возможность возникновения очага пожара.

Видимо, следует дополнительно в местах пересечения нефтепроводов с линиями электропередачи устраивать специальные защитные сооружения, применять трубы нефтепроводов с повышенными толщинами стенок и контролем всех сварных соединений физическими и гидравлическими методами испытания.

Ниже рассматривается предлагаемый способ охраны переходов линий электропередачи через нефтепроводы.

Для обеспечения стока вышедшей нефти устраиваются специальные отводные каналы, располагающиеся вдоль нефтепровода с обеих его сторон и имеющие уклон в сторону от оси линии электропередачи (рис. 29). Величина уклона канав выбирается в зависимости от профиля местности в охранной зоне, однако должна быть не менее 0,05. Выбранный из канав грунт отсыпается рядом в виде бруствера, который создает дополнительную преграду для растекания по охранной зоне прорвавшейся нефти. Переходные опоры, ограничивающие пролет пересечения линии электропередачи с нефтепроводом, обваловываются овальной призмой высотой 0,75—1,0 м.

Ось отводной канавы при выходе из пределов охранной зоны с целью предохранения нефтепровода от возможного усугубления повреждения загоревшейся нефтью

изменяет свое направление в сторону от нефтепровода, деля угол, образованный осями нефтепровода и линией электропередачи, надвое. Длина отводных канав на этом участке принимается равной 50—70 м. В конце каждой отводной канавы разрабатывается нефтесборный котлован, емкость которого выбирается персоналом Управления нефтепровода. В целях уменьшения объема работ по выполнению охранных устройств можно отрывать одну отводную канаву, оканчивающуюся двумя нефтесборными канавами. В этом случае ось отводной канавы должна совпадать с осью трубы нефтепровода.

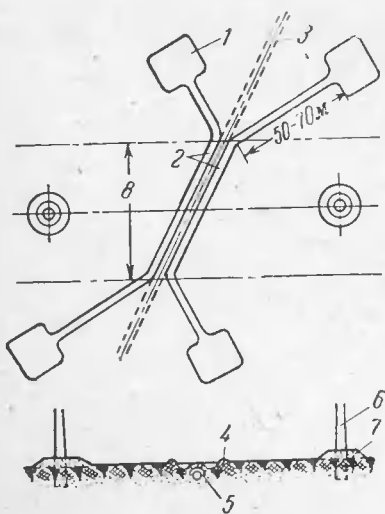


Рис. 29. Общий вид охранных устройств.

1 — нефтесборный котлован; 2 — канава; 3 — нефтепровод; 4 — бруствер канавы; 5 — железобетонная оболочка; 6 — опора; 7 — обваловка опоры; 8 — охранная зона.

Дополнительной мерой охраны переходов линий электропередачи от возникновения электрической дуги на фонтан нефти в случае прорыва нефтепровода непосредственно под проводами линии является покрытие нефтепровода оболочкой из сборного железобетона на длине, равной расстоянию между крайними проводами плюс 10 м (по 5 м в сторону от крайних проводов). Железобетонная оболочка располагается с некоторым зазором между нефтепроводом, что ослабляет струю вышедшей нефти и изменяет ее направление. В дальнейшем вышедшая из-под железобетонной оболочки нефть стекает по отводным канавам в нефтесборные котлованы.

Содержание охранных устройств возлагается на персонал Управления нефтепровода. Персонал администрации электросетей следит лишь за исправностью отводных канав и нефтесборных котлованов и своевременно сообщает администрации Управления нефтепроводов о необходимости проведения ремонта охранных устройств, а также инструктирует руководителей сельскохозяйственных предприятий о важности отводных канав и нефтесборных котлованов и об обеспечении их сохранности во время проведения сельскохозяйственных работ.

Земельная площадь охранных устройств отводится во владение Управления нефтепроводов.

Конструкцию подобных охранных устройств можно рекомендовать и для охраны переходов линий электропередачи через магистральные газопроводы.

9. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОДВИЖНЫМИ ПЕСКАМИ

В ПУЭ не оговорено об условиях строительства линий электропередачи в пустынных барханных песках и мерах защиты линий электропередачи от воздействия песков в эксплуатационных условиях, так как до недавнего времени строительство линий в барханных пустынях с подвижными песками по существу не велось.

В настоящее время уже накоплено достаточно опыта проектирования и эксплуатации, чтобы сделать выводы о методах и особенностях строительства и эксплуатации линий электропередачи в барханных пустынях.

Наибольшее воздействие на линии электропередачи оказывают подвижные пески, отмечающиеся в равнин-

ных территориях Средней Азии (барханные пески Западных Кызыл-Кумов и Кара-Кумов) и Приамударьинской барханной зоны, а также песчаные бури и завалы.

Опыт эксплуатации показал, что опоры линий электропередачи, устанавливаемые на участках трассы в барханных пустынях с подвижными, перевеваемыми ветром песками, подвергаются выдуванию песка из фундаментной части, что ведет к ослаблению закрепления опоры в грунте. По данным института Энергосетьпроект, проводившего анализ эксплуатации линий электропередачи 35 кВ в районе с барханными песками, по истечении 5 лет эксплуатации от выдувания песка фундаменты на ряде опор были обнажены на 1,5—2,0 м. Одна опора на этой линии, установленная на склоне барханной гряды, в результате ослабления закрепления фундамента потеряла устойчивость и упала.

Предпринимаемые меры установки опор на удлиненные фундаменты (специальные фундаменты или свайные фундаменты), погружаемые в подвижный песок, особенно на склонах барханных песков, не выявили заметных преимуществ по сравнению со способами установки опор на обычные унифицированные фундаменты, так как при отсутствии мер защиты при постоянных ветрах происходит выдувание и перемещение песка из зоны фундаментов опор. Периодические обвалования фундаментов опор песчаными призмами также не обеспечивают надежного закрепления опоры в грунте, так как песчаная призма, лишенная поверхностного растительного покрова или дернового покрытия, не защищает фундаменты опоры от выдувания песка ветром и легко подвергается разрушению. Как правило, при устойчивых ветрах сохранность призм обвалования опор в пустынях с подвижными песками исчисляется в несколько месяцев и даже менее этого.

За последние годы специальными исследованиями и наблюдениями установлены наиболее эффективные методы защиты инженерных сооружений, в том числе и линий электропередачи, от воздействия подвижных песков, а также определены и установлены необходимые условия проектирования линий электропередачи в подвижных песках.

При проведении изысканий линий электропередачи в барханных пустынях трасса прокладывается в понижениях между определившимися, устоявшимся в течение

ние десятков лет барханными грядами, или с подветренной стороны в нейтральной зоне или зоне накопления подвижного песка. Это дает возможность обойти подвижные пески, значительно изменяющие свои вертикальные отметки под действием ветра. Все это приводит к увеличению числа угловых опор и удорожанию сметной стоимости строительства линий, однако повышает эксплуатационную надежность линии электропередачи.

При проведении изысканий также учитываются характерные особенности климата пустынь, в частности частые ветры, их скорость и преимущественное направ-

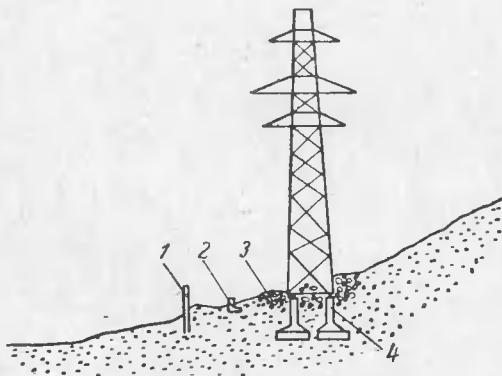


Рис. 30. Установка щитовых ограждений вблизи опоры.

1 — щитовые ограждения; 2 — скрытая защита; 3 — щебеночное покрытие; 4 — подножки.

ление (например, обязательно учитывается наличие ветров «афганец» и «шамси»). Точное определение преимущественного направления ветров по отношению к опоре дает возможность выбрать наиболее целесообразное место установки защитных устройств, позволяющих предохранить основание опор от выдувания песка.

Защита опор линий электропередачи от воздействия подвижными песками выполняется различными методами. Наиболее эффективными из них являются: устройство вблизи опор со стороны направления преимущественных ветров специальных щитовых ограждений и выполнение мероприятий по закреплению песков вокруг фундаментов опор. Щитовые ограждения (рис. 30) позволяют снизить скорость ветра и движущихся песчинок

вблизи опоры линии электропередачи и создать благоприятные условия для завихрения и отложения движущегося песка вблизи установленных щитовых ограждений. Отлагающийся песок вблизи щитовых ограждений и в зоне фундамента опоры предотвращает возможность выдувания песка из основания опоры и снижения прочности закрепления фундаментов в грунте.

Конструкции щитовых ограждений принимаются различными в зависимости от местных строительных материалов: деревянные, железобетонные или камышитовые. Во всех случаях следует отдавать предпочтение щитовым ограждениям с отверстиями в щитах, так как дальность влияния щитов такой конструкции (по сравнению со сплошными щитами) за счет большого завихрения песчаных потоков позволяет располагать щиты на большом расстоянии от опор линий электропередачи и увеличить продолжительность их стояния без перестановки. Кроме того, рекомендуется закреплять пески вокруг опор также установкой скрытой, полускрытой и клеточной защиты из камыша, травы и веток деревьев, посадки и посева песколюбивой растительности.

Закрепление песков в основании фундаментов опор для предотвращения их выдувания ветрами производится различными методами. Наиболее эффективными мероприятиями в этих случаях являются устройство гравийно-щебеночного покрытия вокруг опоры диаметром 3,5—4,5 м (в зависимости от типа фундаментов опор и активности подвижных песков), толщиной 20—30 см с предварительным и последующим нефтеванием основания опоры и особенно границы между песком и щебеночным покрытием. Гравийно-щебеночное покрытие следует выполнять с некоторым повышением вертикальной отметки (до 0,15—0,20 м) и обязательно в форме круга, что позволит потокам подвижного песка при передвижении получать огибающее направление. Рекомендуется как укрепительная мера применение битумной эмульсии, разбрызгиваемой по песчаной площадке в основании опоры.

Администрация электросетей в процессе эксплуатации линий электропередачи, проходящих на участках трассы, подвергаемых воздействию подвижными песками, устанавливает постоянный контроль за степенью подвижности песков и в необходимых случаях принимает меры по закреплению песков в опасных зонах.

10. ОХРАНА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В МЕСТАХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ С ВОЗДУШНЫМИ КАНАТНЫМИ ДОРОГАМИ

За последние годы при выборе трасс воздушных линий в районах действующих промышленных предприятий (угольные шахты Донбасса и Кузбасса, горные рудные разработки Кавказа и т. п.) и спортивных горных состязаний проектные организации встретились с трудностью выбора и проектирования защитных ограждений линий электропередачи в местах пересечения с канатными дорогами, предназначенными для транспортировки породы и сыпучих грузов в отвалы, подъема горнолыжников по кратчайшему пути. Особенности профиля, а также и техническая целесообразность промышленных предприятий требуют подвески канатных дорог на высоких опорных конструкциях (например высота опор шахтных канатных дорог достигает 55—65 м).

В таких случаях при необходимости сооружения переходов линий электропередачи в местах пересечения с высокими канатными дорогами прохождение линий предусматривается под канатными дорогами, что допускается ПУЭ (рис. 31). В ПУЭ в качестве защитных мер предусматривается устройство специальных сетки и мостиков, подвешиваемых на опорных конструкциях канатной дороги, предназначенных для защиты проводов пересекаемых линий электропередачи от повреждений упавшей породой, вагонетками или оборвавшимися канатами.

В ряде энергосистем применяется подобная конструкция защиты переходов линий электропередачи. Для этой цели между опорами канатной воздушной дороги натягиваются тросы, к которым крепится защитная сетка. Длина и ширина сетки принимается в зависимости от расположения проводов линии электропередачи и числа рабочих ветвей канатной дороги. Например, в Донбассэнерго длина защитной сетки, подвешиваемой на одном из переходов линии электропередачи под воздушной канатной дорогой (рис. 32), принята 30 м (по 15 м от оси линии), а ширина сетки принята 9 м. Сетка принята по ГОСТ 5336-50 с размерами ячеек 100×100 мм и диаметром проволоки 5 мм.

Для осмотра и ремонта сетки, а также уборки упавшей породы, вагонеток к тросам сетки от одной из опор канатной дороги подвешивается специальный сетчатый

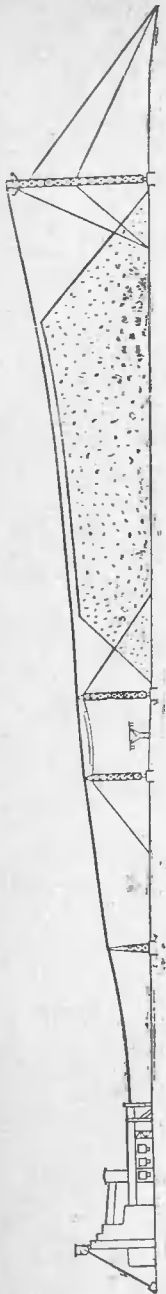


Рис. 31. Вид подвесной канатной дороги в месте пересечения с линией 110 кв.

мостик, по которому верхолазы переходят от опоры к сетке.

Опыт эксплуатации переходов линий электропередачи в местах пересечения с канатными дорогами показал, что принятая конструкция защитного сетчатого устройства, подвешиваемая к опорам канатной дороги, представляет собой довольно сложное, громоздкое и дорогостоящее устройство, имеет малый срок службы (не более 5 лет). Сетка быстро ржавеет (особенно в районах угольной и горнорудной промышленности) и выходит из строя. При обрыве канатов воздушной дороги последние подсекают провода линии электропередачи, что приводит к обрывам или оплавлению проводов и отключению линии.

В Донбассэнерго в целях обеспечения надежной защиты проводов линий электропередачи от повреждений в местах пересечений с канатными дорогами предложено наряду с применением на канатных дорогах мостиков или сеток для ограждения пересекаемых проводов применять надземные ограждающие устройства, которые позволяют ограждать провода линий электропередачи не только от падения вагонеток и породы, но и от замыкания их оборвавшимися канатами воздушной дороги.

11. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С НАСЕЛЕНИЕМ ПО ОХРАНЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Анализ повреждений линий электропередачи показывает, что значительное количество их происходит по причине набросов всевозможных предметов на провода, касания проводов шестами, кольями и даже голыми руками, прострелов проводов и изоляторов и т. п.

Наброшенные на провода линий электропередачи проволочные и веревочные предметы являются причиной различных повреждений. Длинные проволочные набросы при ветрах раскачиваются, вызывая междофазные короткие замыкания, перекрытие гирлянд изоляторов, сопровождающиеся, как правило, оплавлениями или обрывами проводов, повреждениями изоляции и возникновением пожаров трассы и даже деревянных опор. При передвижении транспорта, механизмов, людей, животных под линиями электропередачи, на проводах ко-

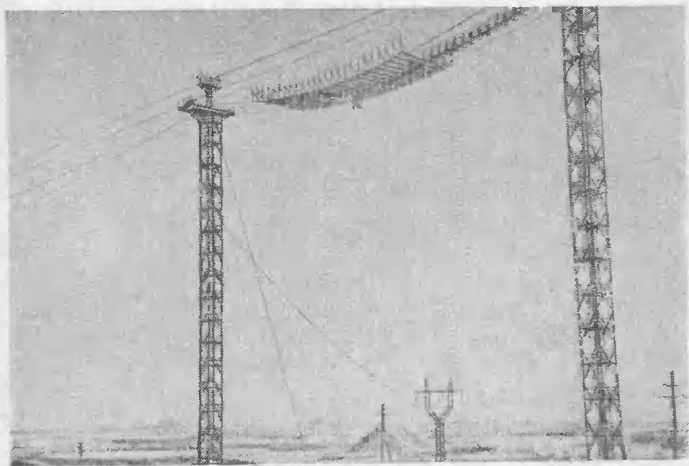


Рис. 32. Общий вид защитной стенки, поврежденной прицепным устройством упавшей вагонетки.

459 — 2
торых имеются набросы, не исключена возможность коротких замыканий на движущийся транспорт и механизмы, а также возможны несчастные случаи с людьми. Набросы вызывают, кроме того, значительные помехи в работе телевидения.

Произведенный анализ повреждений линий электропередачи от набросов показывает, что в большинстве случаев набросы производятся детьми школьного возраста. В момент наброса проволоки на провода или касания проводов другими предметами дети получают тяжелые ожоги конечностей или бывают поражены электрическим током.

Для предупреждения повреждений и несчастных случаев с людьми администрация электросетей организует снятие набросов, выявленных монтерами при обходах линий электропередачи. Снятие набросов обычно производится без отключения линий электропередачи изолированными штангами с использованием телескопических автовышек.

Механические повреждения проводов и тросов и бой изоляторов возможны вследствие прострела их огнестрельным оружием. Как правило, подобные повреждения наблюдаются на линиях электропередачи, проходящих в районе рек, озер, лесов, где производится охота на птиц и зверей, а также на линиях электропередачи, проходящих вблизи учебных полигонов воинских частей.

Одним из важнейших мероприятий по предупреждению повреждений линий электропередачи, а также несчастных случаев с людьми, вызываемых набросами, касаниями проводов посторонними предметами, прострелами проводов, боем изоляторов и другими причинами, является организация администрацией электросетей специальной работы среди местного населения по разъяснению правил охраны линий электропередачи. Формы пропаганды разнообразны. При строительстве линий электропередачи в ранее неэлектрифицированных районах, население которых впервые видит линии электропередачи, администрация электросетей организует распространение брошюр с текстом «Правил охраны высоковольтных электрических сетей», публикует в местной периодической печати статьи с описанием возможных видов повреждений линий электропередачи и методов предупреждения этих повреждений. Кроме того, организуются передачи по местному радио, выпускаются красочные плакаты и листовки (приложения 1, 2) с правилами охраны линий и распространяются среди местного населения через кинотеатры, магазины, школы, а также расклеиваются на предприятиях, организациях и на стройках населенных пунктов, располагающихся вдоль трассы линии электропередачи. На опорах линии электропередачи вывешиваются предупредительные плакаты *«Не влезай убьют!»*.

Кроме того, администрация электросетей инструктирует руководителей военных училищ и частей о правилах охраны линий электропередачи при проведении

учебных стрельбищ на полигонах, которые расположены вблизи линий электропередачи.

В целях предупреждения повреждений линий электропередачи администрация электросетей периодически, не реже одного раза в год, вручает под расписку всем находящимся в зоне прохождения линий электропередачи городским, сельским и поселковым советам, администрации промышленных и сельскохозяйственных предприятий и строительных организаций справки-извещения (приложение 3), а также изданные в развитие «Правил охраны высоковольтных электрических сетей» постановления областных и краевых исполнительных комитетов Советов депутатов трудящихся об охране линий электропередачи.

В период проведения сельскохозяйственных работ по опрыскиванию химическими средствами культур (фруктовых деревьев, бахчей, яровых и т. п.) представители администрации электросетей проводят инструктаж сельскохозяйственных рабочих, бригадиров полевых бригад по технике безопасности выполнения этих работ. Особую работу проводят с механизаторами поливальных машин, выполняющих полив сельскохозяйственных культур, так как длина выбрасываемой струи воды достигает 30—50 м, достаточных для перекрытия проводов линии электропередачи.

Очень важным мероприятием в пропаганде охраны линий электропередачи является периодическое проведение представителями администрации электросетей разъяснительных бесед в учебных заведениях (школах, технических и ремесленных училищах) об опасности, которой подвергаются дети, пускающие воздушные «змеи» вблизи линий электропередачи или дотрагивающиеся до тела опор и влетающие на опоры, а также бесед о вреде, наносимом народному хозяйству при повреждении или отключении линии электропередачи.

Пропаганда охраны линий электропередачи среди местного населения и на промышленных сельскохозяйственных предприятиях и на стройках проводится систематически.

Граждане, запомните!

Надо всегда быть осторожным в обращении с электрическим током. Нельзя прикасаться к электрическим проводам, так как это может привести к несчастному случаю и даже со смертельным исходом.

Если Вы заметили упавшие столбы, обрывы и провисание проводов электрических линий, не подходите к ним близко, установите охрану и немедленно сообщите по адресу ...

Категорически запрещается привязывать к столбам электрических линий домашних животных, влезать на эти столбы, производить на них какие бы то ни было работы.

Устанавливайте телевизионные антенны так, чтобы в случае их падения они не могли повредить линии электропередачи. Не располагайте оттяжки телевизионных антенн под электролиниями. Разъясняйте и не позволяйте детям играть в футбол под проводами, влезать на столбы электрических линий и столбовые подстанции, разбивать изоляторы, набрасывать на провода какие-либо предметы, портить электропроводку в помещениях, так как это опасно для жизни.

Под проводами электрических линий запрещается возводить постройки, складывать сено, дрова, уголь, торф и другие материалы.

Запрещается производить без разрешения раскопки и постройки на электрических кабельных трассах, так как это может привести к авариям и несчастным случаям от поражения электрическим током.

Не допускайте зарастания зелеными насаждениями на Ваших участках линий электропередачи. Под надзором обслуживающего персонала электросетей производите расчистку трасс от сучьев деревьев.

Администрация электросетей

Приложение 2

**ОБЕРЕГАЙТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ,
НЕ ПОВРЕЖДАЙТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ
И ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ**

Руководители предприятий,строек!

Прорабы дорожных и строительных работ!

Управляющие домами!

Граждане!

Не производите сами и не допускайте: разработки котлованов; установки столбов; забивки кольев, свай; установки заборов; посадки зеленых насаждений; рытья шурфов; буровых работ; возведения построек во дворах домовладений, предприятий и вблизи воздушных линий электропередачи, на улицах без ведома и разрешения района администрации электросетей. Самовольные работы могут привести к авариям, взрывам и пожарам, а также к несчастным случаям с людьми.

Обо всех работах немедленно сообщайте в район электрических сетей по телефону ...

Согласно постановлению Совета Министров СССР № 2866 от 30 ноября 1953 г. все граждане обязаны строго соблюдать «Правила охраны высоковольтных электрических сетей» и не допускать повреждений этих сетей.

Администрация электросетей

(куда)

(наименование предприятия)

Адрес

(кому)

Телефон

ИЗВЕЩЕНИЕ

(наименование предприятия)

_____ доводит до Вашего сведения, что на территории предприятия расположены сооружения воздушной линии электропередачи _____

Согласно „Правилам охраны высоковольтных электрических сетей“ на Вас возлагается ответственность за сохранность сооружений линии электропередачи _____

Вам надлежит принять все меры, обеспечивающие выполнение указанных Правил:

1. Не допускать в охранной зоне линии в каждом отдельном случае без специального разрешения от _____

(наименование предприятия) производства работниками предприятия, а также посторонними организациями на Вашей территории:

а) погрузочно-разгрузочных, строительных, монтажных, земляных и других работ;

б) устройство складов, свалок, зеленых насаждений, огородов и других работ, затрудняющих подъезд к опорам линии электропередачи.

(Охранной зоной считается участок земли вдоль воздушной линии, определяемый параллельными прямыми, проходящими на расстоянии _____ м от крайних проводов линии)

Линия отреза

РАСПИСКА

Действующие „Правила охраны высоковольтных электрических сетей“ и извещение _____

(наименование предприятия)

получил.

Об ответственности за непринятие мер по охране линии электропередачи _____ поставлен в извест-

ность _____

(предприятие, должность, подпись)

_____ ответственного руководителя предприятия, печать предприятия)

196__г.

2. Категорически воспрещается:

а) устраивать проезды непосредственно под проводами линий и вдоль линии ближе _____ м от крайнего провода высокогабаритных машин, комбайнов, кранов, экскаваторов и др. высотой более 3 м;

б) останавливаться всем видам транспорта и сельскохозяйственным машинам под проводами линий электропередачи;

в) ставить под проводами линии скирды хлеба, копны сена, штабеля торфа, леса и др., разводить и устраивать костры, располагать коновязи и полевые станы.

3. Следить за сохранностью линии электропередачи.

4. При появлении осадки или размыва грунта, оползней вблизи опор и т. п. немедленно ставить в известность

(наименование предприятия)

5. Ознакомить с настоящим извещением и „Правилами охраны высоковольтных электрических сетей“ под расписку назначенных Вами для исполнения данного извещения лиц.

К сооружениям линии допускать лишь работников электросети по их служебным удостоверениям.

Все сообщения и переговоры производить по адресу:

или по телефону _____ 196 г.

Директор _____
(наименование предприятия)

Линия отреза

По ул. _____

„Правила охраны высоковольтных электрических сетей“ и

извещение вручил _____
(должность, фамилия)

(наименование предприятия)

_____ 196 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриевский В. Н., Эксплуатация деревянных опор линий электропередачи, Госэнергоиздат, 1962.
2. Ушаков П. Н. и Лысяков А. Г., Техника безопасности при устройстве и эксплуатации грузоподъемных кранов, Машгиз, 1962.
3. Пособие для изучения «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей», Госэнергоиздат, 1962.
4. Правила охраны высоковольтных электрических сетей, Госэнергоиздат, 1954.
5. Днаконенко В. М., Подвеска проводов линий электропередачи на тросе, «Электрические станции», 1960, № 11.
6. Рыцлин А. М. и Дьяков П. И., Расширение области применения автотелескопических автовышек, «Энергетик», 1959, № 1.
7. Лепилин А. Я., Отключение линий электропередачи 110 кВ из-за пожара на цавнях, «Энергетик», 1963, № 3.
8. Калинин Н. Ф. и Казанцев М. Л., Изыскания трасс воздушных линий электропередачи, Госэнергоиздат, 1961.
9. Энергетика за рубежом, Линии электропередачи высокого напряжения, вып. 4.
10. Тушинский Г. К., Ледники, снежники, лавины, Государственное издательство географической литературы, 1963.
11. Меньчугов А. Е., Овсеенко В. В., Путник Н. П., Предварительные изыскания трасс, Госэнергоиздат, 1963.
12. Марфин Н. И., Охрана линий электропередачи, изд-во «Энергия», 1965.
13. Новиков Г. Е. и Плотников Г. В., Химическая расценка трасс линий электропередачи, «Энергетик», 1966, № 3.
14. Мусатов Т. П., О прохождении линий электропередачи под канатными дорогами, «Электрические станции», 1965, № 2.
15. Марфин Н. И., Ледорезная защита линий электропередачи, «Энергетик», 1967, № 1.
16. Марфин Н. И., Охрана линий электропередачи через нефтепроводы, «Электрические станции», 1964, № 11.
17. Шур Ю. Б., Отключение линий электропередачи 500 кВ из-за лесных пожаров, «Электрические станции», 1966, № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Охрана линий электропередачи в местах движения транспорта	5
2. Охрана переходов линий электропередачи через реки	10
3. Охрана линий электропередачи от повреждений самолетами	26
4. Охрана линий электропередачи от пожаров	30
5. Охрана линий электропередачи от падения деревьев и перекрытий на деревья	36
6. Охрана линий электропередачи в местах пересечений с другими линиями	46
7. Охрана линий электропередачи в горной местности	
8. Охрана переходов линий электропередачи через нефтепроводы	54
9. Охрана линий электропередачи от повреждений подвижными песками	59
10. Охрана линий электропередачи в местах пересечения с воздушными канатными дорогами	63
11. Организация работы с населением по охране линий электропередачи	64
Приложения	68
Литература	71

Цена 14 коп.

Еще больше электротехнической
литературы на
www.kitnet.narod.ru