

31.29  
К85

ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЕ



ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В. И. КРЮКОВ

# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

при обслуживании  
установок  
сельской  
электрификации  
и СВЯЗИ



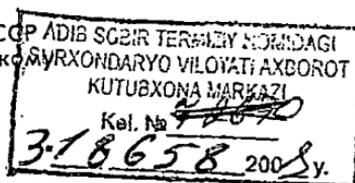
31.37  
K85

В. И. КРЮКОВ

ТЕХНИКА  
БЕЗОПАСНОСТИ  
при обслуживании  
установок  
сельской  
электрификации  
и СВЯЗИ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ  
И ДОПОЛНЕННОЕ

Одобрено Ученым советом  
Государственного комитета СССР  
по профессионально-техническому  
образованию  
в качестве учебника  
для средних сельских  
профессионально-  
технических училищ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1979

**БК40.7**  
**К78**

**Крюков В. И.**

**К78** Техника безопасности при обслуживании установок сельской электрификации и связи: Учебник для сред. сел. проф.-техн. училищ.— 2-е изд., испр. и доп.— М.: Высш. школа, 1979.— 152 с., ил.— (Профтехобразование. Электрификация сельского хозяйства.)  
20 к.

В книге приводятся сведения о гигиене труда и профилактике травматизма; об опасности поражения электрическим током; о защитных средствах и инструментах, применяемых в сельских электроустановках; рассказывается о правилах техники безопасности при производстве работ и обслуживании электроустановок, воздушных линий и кабельных сетей, линии связи и радиофикации.

Описаны противопожарные мероприятия и порядок тушения пожаров в электроустановках.

Книга предназначена для учащихся сельских профессионально-технических училищ с трехгодичным сроком обучения, готовящих электромонтеров сельской электрификации.

**К 40205—092** 134—79 3802040000 631.3  
**052(01)—79** ББК40.7

**Владимир Иванович Крюков**

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ УСТАНОВОК  
СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ  
И СВЯЗИ**

Редактор А. И. Григорьева. Художник В. М. Боровков. Художественный редактор В. П. Спирина. Технический редактор Е. И. Герасимова. Корректор Г. И. Кострикова

ИБ № 1885

Изд. № СХ-339. Сдано в набор 16.05.78. Подп. в печать 06.12.78. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 7,98 усл. печ. л. 8,32 уч.-изд. л. Тираж 50 000 экз. Зак. № 378. Цена 20 коп. Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.

Гипография изд-ва «Уральский рабочий», г. Свердловск, проспект Ленина, 49.

© Издательство «Высшая школа», 1976.

© Издательство «Высшая школа», 1979, с изменениями

## ВВЕДЕНИЕ

Коммунистическая партия и Советское правительство проявляют постоянную заботу о повышении благосостояния народа, о дальнейшем улучшении условий его труда.

В своей речи на XVI съезде профсоюзов СССР Л. И. Брежнев сказал: «Техническое перевооружение промышленности, сельского хозяйства, строительства и транспорта, на которое выделяются огромные суммы, партия рассматривает как решающее средство улучшения условий труда, превращения всех производств в безопасные, удобные для человека. Нашу цель можно сформулировать так: от техники безопасности — к безопасной технике».

На проведение мероприятий по охране труда и технике безопасности государство ежегодно выделяет сотни миллионов рублей помимо средств, расходуемых на бесплатную выдачу работникам специальной одежды и обуви, индивидуальных средств защиты.

Контроль за неуклонным исполнением администрацией законов и постановлений об охране труда, а также за состоянием охраны труда на предприятиях осуществляется профсоюзными организациями.

Современные электроустановки потребителей оснащены новейшей техникой, в основе которой заложены требования безопасности труда. Конструкции электрических машин, кабельных и воздушных линий, распределительных устройств действующих электроустановок должны обеспечивать безопасные условия труда при обслуживании их электротехническим персоналом.

Наряду с осуществлением внедрения новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов внедряются современные средства защиты работающих и все более совершенствуются санитарно-гигиенические условия труда.

Предмет «Техника безопасности при обслуживании установок сельской электрификации и связи» как учебная дисциплина рассматривает вопросы безопасности труда, предупреждения производственного травматизма, отравлений, пожаров и взрывов в электроустановках. Работающие должны твердо знать и неуклонно выполнять правила безопасного производства работ при монтаже, эксплуатации и ремонте электрооборудования электростанций, подстанций, воздушных и кабельных линий, включая электроустановки сельскохозяйственного назначения и промышленных предприятий.

Для решения данной задачи первостепенное значение приобретает обучение молодых рабочих, вновь пришедших на производство, безопасным методам и приемам работы.

Охрана труда на производстве может быть на высоком уровне не только при строгом соблюдении трудового законодательства и действующих Правил устройств электроустановок, Правил техники безопасности и Правил технической эксплуатации электроустановок, которые разработаны и внедрены в интересах сохранения здоровья трудящихся.

Цель данного учебного пособия — ознакомить учащихся с основными правилами безопасности и приемами безопасного выполнения работ в электроустановках, с различными видами опасности, которые могут возникнуть при работах в действующих электроустановках, с правилами оказания первой помощи при несчастных случаях.

Материал излагается в том объеме, который необходим электромонтеру квалификационной группы III по технике безопасности.

## ГЛАВА I

# ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА

### § 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основной производительной силой общества является человек, создающий своим трудом все духовные и материальные ценности.

В процессе своей деятельности человек затрачивает мускульную, умственную и нервную энергию. При этом в его организме непрерывно происходят различные биохимические процессы.

Степень и вид затрачиваемой энергии зависят от характера и интенсивности деятельности человека, а происходящие в его организме биохимические процессы — главным образом от состояния окружающей среды.

В СССР труд людей организован на научной основе, предусматривающей создание таких условий, при которых максимально обеспечивается сохранение здоровья трудящихся и возможность продолжительной деятельности их в избранной сфере производства или обслуживания.

Для возможности интенсивного труда и сохранения здоровья работающих большое значение имеет научная организация труда.

Под научной организацией труда (НОТ) понимается научное обоснованный порядок работы, правильная расстановка инструмента и приспособлений на рабочем месте, максимальная механизация производственных процессов, обеспечение оптимальных условий труда.

Таким образом, НОТ — это комплекс организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий, повышающих производительность труда и резко снижающих травматизм.

Труд людей должен протекать в нормальных условиях, в создании которых большую роль играют нормируемая освещенность рабочих мест и обрабатываемых предметов, состояние и чистота окружающего воздуха (температура, влажность, давление, отсутствие вредных газов и взвешенных частиц пыли и т. п.), отсутствие повышенного шума, недопустимых вибраций, вредных излучений, сильных электромагнитных полей и т. д.

Когда окружающая среда на производстве не обеспечивает нормальных условий и оказывает вредное действие на организм человека или вызывает быструю утомляемость его, то такие условия могут создать вредный производственный фактор.

Для электромонтеров работами в этих условиях являются, например, работы в аккумуляторных помещениях, обслуживание электрооборудования в запыленных цехах, в помещениях с повышенной температурой окружающего воздуха или содержанием вредных газов и т. п.

Если на предприятии произошел несчастный случай, то администрация с участием представителей фабричного, заводского или местного комитета профсоюза обязана своевременно и правильно проводить расследование и учет этого несчастного случая.

На основе материалов расследования и учета несчастных случаев администрация обязана своевременно принимать необходимые меры для устранения причин, вызвавших несчастные случаи.

Для проведения мероприятий по охране труда выделяются средства и необходимые материалы, расходование которых на другие цели запрещается.

Порядок использования этих средств и материалов определяется коллективными договорами или соглашениями по охране труда, заключаемыми между администрацией и местным комитетом профсоюзов.

Все лица моложе 18 лет принимаются на работу лишь после предварительного медицинского осмотра и в дальнейшем (до достижения восемнадцати лет) ежегодно подлежат обязательному медицинскому осмотру.

Запрещается привлекать рабочих и служащих мо-

доже 18 лет к ночным и сверхурочным работам и к работам в выходные дни.

Молодые рабочие, окончившие ПТУ, и молодые специалисты, окончившие высшие и средние специальные учебные заведения, обеспечиваются работой в соответствии с полученной специальностью и квалификацией.

На работах с вредными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, рабочим и служащим выдаются бесплатно по установленным нормам спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты.

Молодые рабочие до 18 лет не должны назначаться на работы, заключающиеся исключительно в переноске или передвижении тяжестей массой выше 4,1 кг. Переноска и передвижение тяжестей несовершеннолетними обоего пола допускается лишь в случаях, если они непосредственно связаны с выполняемой ими постоянной профессиональной работой и отнимают не более  $\frac{1}{3}$  рабочего времени. В этом случае установлены следующие предельные нормы: для юношей — 16,4 кг; для девушек — 10,25 кг.

Для молодых рабочих, поступающих на предприятия по окончании профессионально-технических учебных заведений, а также прошедших обучение непосредственно на производстве, в отдельных предусмотренных законодательством случаях им могут утверждаться пониженные нормы выработки.

На работах, связанных с загрязнением, выдается бесплатно по установленным нормам мыло.

Рабочим и служащим запрещается выносить спецодежду по окончании работы за пределы предприятия. Для хранения ее администрация обязана представить специально оборудованное помещение (гардеробные). Стирка и ремонт спецодежды проводятся за счет предприятия.

Рабочие и служащие, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний.

Нормы производственной санитарии, определяющие допустимые содержания вредных веществ в воздухе, величины освещенности и шумов, интенсивность вибраций и т. п., разрабатываются на основе длительного и тщательного изучения возможностей человеческого организма и степени влияния на него различных факторов.

Общие нормы производственной санитарии разрабатывают в научно-исследовательских институтах охраны труда, а предлагаемые этими институтами нормы согласовываются с ВЦСПС и утверждаются Госсанинспекцией при Министерстве здравоохранения СССР, Госстроем, Госпожнадзором и другими ведомствами. Помимо общих норм разрабатываются также отраслевые правила производственной санитарии, утверждаемые центральными комитетами соответствующих профсоюзов.

Ответственность за соблюдение общих и отраслевых норм производственной санитарии возлагается на руководителей предприятий, а надзор и контроль за их соблюдением — на местные органы профсоюза, санинспекции, Госпожнадзор и техническую инспекцию труда профсоюза.

## **§ 2. ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА**

Гигиена труда — это совокупность определенных требований производственной и личной гигиены, предохраняющих человека от общих и специфических (производственных) заболеваний. В понятие «гигиена труда» входит выполнение требований, диктуемых особенностями выполняемых операций, обрабатываемого сырья или выпускаемой продукции.

Соблюдение требований гигиены труда, таким образом, преследует цель не только сохранить здоровье работающих, но и обеспечить необходимое качество выполняемых операций.

Одним из основных требований гигиены труда являются организация рабочего места, правильная поза работающего и рациональный режим труда.

Рабочий инструмент должен быть удобным для работы, исправным и содержаться в чистоте. Высота верстака должна соответствовать росту рабочего, а ин-

струмент на верстаке расположен так, чтобы рабочий не тратил время на его поиски.

Поза рабочего должна соответствовать выполняемой работе и быть удобной. Она должна быть такой, чтобы даже длительная работа в одном положении не вызывала сильного утомления мышц поясницы, рук, ног и других частей тела. Работать у верстака рекомендуется преимущественно стоя, подложив под ноги резиновый коврик или деревянную площадку, изолирующие ноги от холодного пола.

Однообразная утомительная работа должна периодически прерываться отдыхом такой продолжительности, при которой возможно восстановление нормальной работоспособности.

Учебно-производственные помещения должны иметь хорошую освещенность и достаточную вентиляцию.

Естественная освещенность, являясь с физиологической точки зрения наиболее благоприятной для человека, не может полностью обеспечить его нормальную деятельность, поэтому применяется искусственное электрическое освещение.

Нормальное электрическое освещение, осуществляемое с помощью специальных светильников, способствует высокой производительности труда, улучшению качества выпускаемой продукции, сохранению зрения работающих, создает благоприятную световую обстановку в помещении.

К электрическому освещению предъявляются следующие основные требования: обеспечение достаточной и постоянной во времени освещенности поверхностей, необходимое распределение яркости в окружающем пространстве, отсутствие слепящего действия источников света, правильное направление падения света и его благоприятный спектральный состав.

Для создания наилучших условий в учебно-производственных помещениях для высокопроизводительной работы осуществляют общее освещение, которое создает по всей площади освещенность, удовлетворяющую условиям работы; местное — применяется только для освещения обрабатываемых поверхностей или приспособлений; комбинированное — совокупность общего и местного освещений — является наилучшим способом освещения рабочих мест.

В ряде случаев требуется аварийное освещение, ко-

торбе дает возможность эвакуировать людей или временно продолжать работу при выходе из строя рабочего освещения.

В соответствии с требованиями охраны труда на производстве рабочее освещение должно обеспечивать наиболее правильное и рациональное распределение световых потоков ламп и соблюдение требуемых норм освещенности (в люксах).

Так, например, освещенность при люминесцентных лампах в аудиториях, классах, лабораториях, машинописных и чертежных бюро должна быть 300 лк, в кабинетах — 200 лк, на лестницах и в коридорах — 75 лк, при точных работах с размерами объектов 0,1—0,3 мм — 750 лк, 0,3—1 мм — 200—300 лк, а при работе общего наблюдения за ходом производственного процесса — 75 лк.

Вентиляция учебно-производственных помещений предназначена для обеспечения необходимой частоты, температуры, влажности и подвижности воздуха. Эти требования определяются гигиеническими нормативами: наличие в воздухе веществ (газов, паров, пыли) ограничивается предельно допустимыми концентрациями (безвредными для здоровья людей), а температура, влажность и подвижность воздуха устанавливаются в зависимости от условий, необходимых для наиболее благоприятного самочувствия человека.

Основной источник выделения вредных веществ, тепла и влаги в производственных помещениях — это происходящий в них технологический процесс. Жизнедеятельность человеческого организма сопровождается выделением углекислого газа, запахов, тепла и влаги. Все эти вещества подлежат удалению посредством вентиляции.

В помещениях часто применяют естественную вентиляцию. В этом случае воздух поступает в помещение и удаляется из него вследствие разности температур по специальным каналам или за счет неплотностей в окнах, дверях и т. д., а также за счет открывания форточек, окон, фрамуг. Воздух в помещении или вблизи рабочего места не должен содержать недопустимых концентраций веществ, вредно действующих на слизистую оболочку дыхательных путей, например паров кислот, растворителей и флюсов, а также абразивных частиц, волокон хлопка и др.

При длительной работе в одном положении для быстрого восстановления работоспособности большое значение имеет производственная гимнастика. Правильно подобранный комплекс упражнений производственной гимнастики, выполняемых через определенные промежутки времени в течение рабочего дня, позволяет быстро снять усталость и полностью восстановить работоспособность человека.

Большое значение имеют покррой и гигиена рабочей одежды. Одежда работающего должна соответствовать его росту, фигуре и характеру выполняемой работы. Покрой одежды должен быть таким, чтобы не стеснять его движений, предусмотренных выполняемой работой. Одежду работающего следует хранить в индивидуальном шкафу и содержать в чистоте.

Сохранение здоровья и необходимой работоспособности в значительной мере зависит от состава и калорийности пищи, а также от режима питания. Пища рабочего должна быть разнообразной по своему составу, а по калорийности обеспечивать восстановление энергетических затрат, произведенных его организмом в течение рабочего времени. Прием пищи должен быть регулярным.

Требование гигиены необходимо соблюдать при хранении и приеме пищи. Принимать пищу следует в специально отведенных местах. Нельзя принимать пищу, например, в аккумуляторных помещениях. При работе с кислотами (серной, соляной и др.) перед приемом пищи необходимо вымыть руки 6—8%-ным раствором щелочи (соды), а затем теплой водой с мылом.

В соответствии с Основами законодательства о труде на всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются здоровые и безопасные условия труда, обеспечение которых возлагается на администрацию.

Администрация предприятий, учреждений и организаций обязана обеспечить надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создать на них условия работы, соответствующие правилам по охране труда.

На администрацию возлагается проведение инструктажа рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда, а также постоянный контроль за соблюдением работниками всех требований инструкций по охране труда.

Рабочие и служащие обязаны соблюдать инструкции по охране труда, устанавливающие правила выполнения работ и поведения в производственных помещениях и на строительных площадках.

В типовых правилах внутреннего распорядка установлено, что при поступлении рабочего или служащего на работу и при переводе его на другую работу администрация обязана проинструктировать его по технике безопасности, производственной санитарии, гигиене труда, противопожарной охране и другим правилам по охране труда.

Повторное инструктирование работающих проводится в сроки, установленные отраслевыми правилами по технике безопасности.

Для рабочих и служащих, обслуживающих агрегаты, установки и механизмы, к которым предъявляются повышенные требования по технике безопасности, организуются специальные курсы на предприятиях. Лицам, окончившим эти курсы и выдержавшим испытания, выдаются специальные удостоверения на право управления соответствующими механизмами.

### **§ 3. ЗАБОЛЕВАНИЯ И МЕРЫ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

В учебно-производственных помещениях, как правило, применяют механическую приточно-вытяжную вентиляцию, осуществляемую вентиляторами с электрическим приводом. Эта вентиляция обеспечивает одновременно подачу воздуха в помещение и организованное удаление его. Показателем эффективности работы вентиляции является интенсивность воздухообмена, т. е. отношение объема поступающего или удаляемого в течение 1 ч воздуха к внутреннему объему помещения.

На некоторых предприятиях возможен вредный производственный фактор, который по ГОСТ 12.0.002—74 определяется как производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на организм человека на следующие группы: физические, химические, биологические и психофизиологические. Заболевания на производстве могут быть инфекционными и профессиональными,

*Инфекционными* называются заболевания, вызываемые болезнетворными микробами. Обязательным условием возникновения инфекции является проникновение болезнетворного микроорганизма в ткани организма человека (или животного), его пребывание и размножение в них.

Механизмы передачи инфекций различны, но в основном возбудители инфекции передаются путем выделения их от источника (заболевшего) во внешнюю среду с последующим попаданием в организм здорового человека.

Таким образом, инфекция возникает и распространяется только при условии наличия ее источника, восприимчивости к инфекции организма, соответствующих условий передачи возбудителя инфекции от одного индивидуума к другому.

Решающую роль в предупреждении инфекционных заболеваний на производстве играет ликвидация условий возникновения, передачи и распространения болезни. Возникновению инфекций на производстве препятствуют постоянная вентиляция производственных помещений, содержание в чистоте рабочих мест, соблюдение работающими правил личной гигиены.

Возникновение инфекционных заболеваний, как правило, не связано с определенной профессией или деятельностью человека на производстве.

*Профессиональными* называются заболевания, вызванные воздействием на работающего вредных условий труда.

Профессиональные заболевания, как правило, являются следствием постоянных неблагоприятных воздействий на организм работающих, выполнения отдельных трудовых процессов или воздействия окружающей среды.

Возникновение профессиональных заболеваний связано с санитарными условиями труда на производстве, принятой технологией производства, специфическими особенностями обрабатываемого сырья и конечных продуктов.

Наиболее эффективными путями борьбы с профессиональными заболеваниями являются совершенствование технологии производства, широкое внедрение комплексной механизации и автоматизации, правильная организация режима труда и отдыха, установление сокращен-

ного рабочего дня и дополнительного ежегодного отпуска на вредных производствах, введение коротких перерывов в течение рабочего дня, а также устройство рациональной приточно-вытяжной вентиляции, нормальное освещение рабочих мест, озеленение производственных помещений и поддержание в них необходимой температуры и влажности.

На предприятиях разрабатываются долгосрочные комплексные планы улучшения условий, охраны и санитарно-оздоровительных мероприятий, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на значительное улучшение условий труда работающих, включая высвобождение людей с работы с вредными и тяжелыми условиями труда.

В тех случаях, когда современная техника производства не в состоянии полностью обеспечить безвредные условия труда, для работающих законодательно установлены льготы и компенсации в виде сокращенного рабочего дня, выдачи специального питания, профилактического лечения, дополнительного отпуска по вредным условиям труда и др. На некоторых производствах вследствие вредности работ не допускается использование труда подростков и женщин.

#### **§ 4. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА**

Причины производственного травматизма можно условно разделить на следующие три основные группы: организационные, технические и санитарно-гигиенические.

К организационным причинам относятся неправильная организация труда или рабочего места; неудовлетворительное обеспечение работающих специальной одеждой или необходимыми средствами защиты; нарушение технологического процесса, заданных режимов или производственных инструкций; отсутствие должного руководства или наблюдений за работающими; разрешение применять неисправные или не соответствующие характеру работ механизмы, инструменты или приспособления; неудовлетворительная организация инструктирования и обучения работающих безопасным приемам труда.

Техническими причинами являются неудовлетворительное техническое состояние или конструктивные недостатки эксплуатируемого или применяемого оборудования, механизмов или транспортных средств; нарушение требуемых габаритов от токоведущих частей до различных элементов электроустановок; отсутствие или неисправность блокировочных устройств или ограждений; нарушение требований применения предписываемых защитных средств; применение несоответствующих защитных средств, а также неисправных, не прошедших испытаний или с пропущенными сроками очередных испытаний; неисправность контура заземления.

Основным путем борьбы с производственным травматизмом является ликвидация на предприятиях причин, вызывающих травмы людей. Так, например, для снижения уровня шумов, производимых работающим оборудованием, применяют различные звукопоглощающие и звукоизолирующие устройства в виде кожухов или ящиков. Часто стены помещений изолируют волокнистыми материалами, способными поглощать шумы. Для индивидуальной защиты от шумов используют специальные противозумные наушники или шлемы.

Если в воздухе производственного помещения имеются недопустимые концентрации пыли и газов, необходимо устанавливать приточно-вытяжную вентиляцию или кондиционированные установки.

Для индивидуальной защиты от вредных тепловых излучений работающие должны использовать специальную одежду из брезента, сукна или других малотеплопроводных материалов; от воздействия света электрической дуги глаза нужно защищать очками со светофильтрами, предохраняющими от светового ожога.

В каждом случае средства защиты от травматизма выбирают в зависимости от характера и интенсивности травмирующего воздействия, а также от эффективности защиты применяемого защитного средства.

Защитные средства должны надежно защищать работающего от опасного воздействия на него травмирующего фактора (электрического тока, тепла, радиации и т. п.).

Величину, характер и степень опасности травмирующих воздействий, а также эффективность применяемых защитных мер и индивидуальных средств защиты си-

стематически контролируют Государственная санитарная инспекция, Техническая инспекция труда профсоюза и инспекция Энергонадзора.

## **§ 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗБОРОЧНО-СБОРОЧНЫХ, СЛЕСАРНЫХ И ДРУГИХ ВИДАХ РАБОТ**

Меры по технике безопасности для различных участков предприятий, совхозов, колхозов имеют свои особенности и предусмотрены специальными инструкциями. Однако не все особенности условий работы могут быть предусмотрены инструкциями. Поэтому перед началом новой работы рабочий должен пройти первичный инструктаж на рабочем месте по технике безопасности и внимательно выслушать дополнительные указания мастера.

При ремонте электрооборудования выполняют различные слесарные операции (разборка и сборка машин, изготовление заменяемых деталей и т. д.). Очень много слесарных операций выполняют при ремонте электрических машин, которые имеют свои особенности по сравнению с такими же работами при ремонте механических машин.

Например, контактные токонесущие соединения зачищают стеклянной шкуркой, а не наждачной бумагой, так как это нарушает качество контакта. При пайке соединений обмоток места пайки очищают канифольными флюсами. При обработке напильником поверхностей шихтованных магнитных сердечников нельзя допускать замыкания между стальными листами, так как оно увеличивает магнитные потери в сердечниках.

При выполнении слесарных работ используют различные электрические и пневматические инструменты: болтоверты, дрели, шлифовальные машинки, электрические паяльники, электронагреватели, съемники, распылители для окраски собранных машин и их деталей после ремонта.

Причинами ушибов, ранений и ожогов при выполнении слесарных работ чаще всего бывают неисправность рабочего инструмента или неправильный метод работы.

Действующие на предприятиях, в совхозах, колхозах правила техники безопасности, относящиеся к слесарному делу, предусматривают ряд мероприятий, обеспечивающих безопасное производство работ.

Верстаки должны иметь жесткую и прочную конструкцию. Верх верстака обивают листовой сталью без острых углов и выступающих кромок стали. Ширина верстака должна быть не менее 0,75 м.

Для защиты глаз от отлетающих осколков металла или другого материала при работе зубилом или крейцмейселем необходимо пользоваться предохранительными очками, а для предохранения окружающих следует применять сетки высотой не менее 1 м в виде щитов или ширм. При двусторонней работе на верстаке такие сетки ставят посередине верстака.

Предохранительные очки выдает рабочим администрация предприятия. Ручной инструмент должен быть исправен и по размеру удобен в работе. Зубила, которыми часто пользуется электромонтер, должны быть с определенным углом заточки (в зависимости от металла) и не иметь «наклепа» на конце. Молоток должен быть с крепкой, хорошо насаженной рукояткой. Работа неисправным и изношенным инструментом не допускается.

318658  
Верстачные тиски устанавливают так, чтобы работающий во время работы мог занимать правильное положение. Расстояние между тисками должно соответствовать размеру обрабатываемых деталей, между осями тисков — не менее 1 м.

Затачивать инструмент на точильном камне (наждаке) следует с использованием защитного стекла или очков для предохранения глаз от летящих искр и наждачной пыли.

Особое внимание следует уделять безопасным методам работы при пайке металлов. Помещения, в которых производят пайку, должны иметь вытяжную вентиляцию (общую или местную) для удаления выделяющихся при пайке газов. Расположение горячих паяльников на рабочем месте должно исключать обжигание рук. Во избежание загорания запрещается класть включенный в электросеть или нагретый паяльник на деревянные верстаки, столики, подставки.

При пайке электродуговым паяльником надо надевать очки с защитными стеклами для предохранения глаз от вредного действия лучей электрической дуги.

Во время ремонта электрических машин следует выполнять специальные меры безопасности. Так, при намотке бандажей надо остерегаться попадания пальцев

под витки наматываемой на ротор бандажной проволоки; ротор должен быть надежно закреплен в центрах бандажировочного станка, чтобы он не мог выпасть под действием натяжения проволоки. Все электрические испытания прочности изоляций повышенным напряжением проводит специально обученный персонал в специально огражденных местах. Испытательный стенд должен иметь сигнальные лампы, предупреждающие о включении напряжения, а двери огражденных мест оборудуются специальной электрической блокировкой, которая срабатывает (отключает установку) в том случае, если кто-либо открыл дверь во время испытаний.

При пользовании ручными переносными лампами применяют напряжение не выше 36 В, а при работе в особо опасных условиях (в сырых местах, замкнутых сосудах, колодцах и т. п.) — не выше 12 В. Если нет переносных ламп, рассчитанных на безопасное напряжение, применяют аккумуляторные фонари.

Если работы выполняют в металлических емкостях, понижающие переносные трансформаторы для подключения к ним ручных переносных ламп располагают вне этих емкостей.

Работающие станки должны быть в полной исправности и обеспечены освещением (общим и местным). Электрическая аппаратура и соединительные токоведущие устройства необходимо надежно изолировать и укрывать в корпусе станка или в специальных закрытых со всех сторон шкафах, кожухах и т. п. Необходимо, чтобы дверцы шкафов и кожухов, закрывающие доступ к токоведущим частям, были заблокированы с ними и чтобы при открывании их напряжение автоматически выключалось.

Станины электрифицированных станков, корпуса электродвигателей, металлические части, закрывающие электрическую аппаратуру, должны иметь защитное заземление.

Работать в рукавицах на станках с вращающимися обрабатываемыми деталями или инструментами запрещается.

При работе на станках волосы работающего должны быть закрыты головным убором, косынкой или платком и подобраны под них. При ношении косынок или платков запрещается завязывать их на шее или подбородке, свисающие концы должны быть подобраны.

Электросварщики, работая с открытой электрической дугой, должны быть обеспечены шлемом-маской или щитком с защитными стеклами (светофильтрами) для защиты лица и глаз. Подсобные рабочие, работающие вместе с электросварщиком, в зависимости от условий также должны быть обеспечены щитками и очками.

Перед началом электросварки необходимо проверить исправность изоляции сварочных проводов и электрододержателей, а также плотность соединений всех контактов.

При прокладке проводов и при каждом их перемещении принимаются меры против повреждения изоляции, а также против соприкосновения проводов со стальными канатами, шлангами ацетиленовой сварки и горячими трубопроводами.

Включать в электросеть электросварочные агрегаты (сварочные трансформаторы и генераторы) следует только закрытыми пусковыми рубильниками.

Сварку проводят с применением двух проводов. В качестве обратного провода (заземления) допускается применение стальных шин любого профиля, но достаточного сечения. Нельзя использовать для этой цели трубы инженерных сетей (водопровод, газопровод и др.), металлические конструкции здания и технологическое оборудование.

Электрододержатель должен иметь надежную изоляцию, допускать быструю смену электрода без прикосновения к токоведущим частям и быть легким и удобным в работе. Контакты электрододержателя не должны сильно нагреваться при прохождении через них тока во время работы. Рукоятка электрододержателя выполняется из изолирующего материала.

В местах электросварочных работ применение и хранение огнеопасных материалов (бензин, керосин, ацетон и т. д.) запрещается.

При сварке в закрытых помещениях рабочие места электросварщиков должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов переносными ширмами из негорячего материала и оборудованы местной вытяжной вентиляцией.

Выполнять сварочные работы на высоте с лесов, подмостей разрешается после проверки этих устройств руководителем работ, а также принятия мер от загорания деревянных настилов и против падения расплавленного

металла на работающих и проходящих внизу людей. Сварщики, работающие на высоте, снабжаются пенами или сумками для электродов и ящиками для огарков. Разбрасывание огарков запрещается.

Перед сваркой внутри емкостей (баки трансформаторов, цистерны, тара и т. д.), в которых находились жидкое топливо, легковоспламеняющиеся жидкости, газы и т. д., должны быть проведены тщательная очистка и просушка поверхностей емкости. Очищают емкости от остатков нефти и топлива промывкой горячей водой, каустической содой, пропариванием и т. п.

Внутри закрытых резервуаров и других емкостей выполнять работы по электросварке можно только в диэлектрических галошах и на резиновом коврике или подстилке из изолирующих материалов. В этих случаях должно быть правильное освещение рабочего места.

Внутри емкости применяется освещение при помощи переносных ламп напряжением не более 12 В, причем трансформатор для этих ламп устанавливается вне резервуара, а вторичная обмотка его заземляется.

Запрещается одновременно вести работы внутри емкостей электросварщикам и газосварщикам.

При работе в закрытых помещениях сварщику надлежит проверить наличие общей обменной и местной вытяжной вентиляции.

## **§ 6. ПОРЯДОК РАССЛЕДОВАНИЯ И УЧЕТА НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Несчастные случаи на производстве происходят, как правило, вследствие невыполнения администрацией необходимых мероприятий по технике безопасности или несоблюдения работающим местных инструкций, предписываемых требований, правил поведения на производстве или мер предосторожности.

О каждом несчастном случае, связанном с производством, пострадавший или ближайший свидетель должен известить мастера, начальника цеха или руководителя работ.

Несчастные случаи расследуют руководитель работ или начальник цеха с участием общественного инспектора по охране труда и инженера по технике безопасности согласно «Положению о расследовании и учете несчастных случаев на производстве».

Расследование электротравм проводят в соответствии с действующими «Временными методическими указаниями по расследованию электротравм на производстве», согласованными с ВЦСПС и утвержденными Госэнергонадзором 25/ХІІ 1975 г. и являющимися обязательными для предприятий всех министерств и ведомств.

Расследование несчастных случаев на производстве, вызвавших потерю трудоспособности не менее одного рабочего дня, оформляется актом формы Н-1 в четырех экземплярах. Копию акта выдают пострадавшему по его требованию.

Указанные несчастные случаи подлежат учету по установленной форме.

Тепловые ожоги, обмороживания, острые отравления, происшедшие на производстве, расследуются и учитываются как несчастные случаи.

Учет несчастных случаев ведет инженер по технике безопасности, делая соответствующие записи в журнале учета несчастных случаев.

Контроль за своевременным и правильным расследованием и учетом несчастных случаев, а также за выполнением мероприятий по устранению причин, вызвавших несчастный случай, осуществляют вышестоящие хозяйственные организаций, фабрично-заводские или местные комитеты профсоюза, общественные инспекторы по охране труда, технические инспекторы труда профсоюзов и местные органы Госгортехнадзора, Госэнергонадзора.

Заключение технического инспектора труда профсоюзов о связи несчастного случая с производством является обязательным для администрации предприятия и фабрично-заводского местного комитета.

Несчастные случаи, происшедшие на предприятии с рабочими, направленными другим предприятием, а также с учащимися, проходящими производственную практику, расследуются и учитываются предприятием, на котором они произошли, с указанием в акте организации, направившей пострадавшего.

Копию акта посылают на место постоянной работы (или обучения) пострадавшего.

Если на территории предприятия проводятся какие-либо работы другой организацией на специально отведенном участке или производственной площади, то несчастные случаи, происшедшие с работающими на этом

участке, расследуются и учитываются данной организацией.

При групповых несчастных случаях, когда пострадало два человека и более, акт составляют на каждого пострадавшего.

Каждый несчастный случай, а также случаи нарушения правил техники безопасности должны быть тщательно расследованы, выявлены причины их возникновения, а также приняты меры по предотвращению подобных случаев.

Для анализа состояния травматизма на производстве вводятся коэффициенты частоты и тяжести несчастных случаев за определенный период времени (квартал, год).

Коэффициент частоты  $K_{\text{ч}}$  — число пострадавших от несчастных случаев на 1000 работающих, т. е.

$$K_{\text{ч}} = \frac{\text{число пострадавших} \cdot 1000}{\text{среднесписочное число работающих}}$$

Коэффициент тяжести  $K_{\text{т}}$  — число дней нетрудоспособности одного пострадавшего, т. е.

$$K_{\text{т}} = \frac{\text{кол-во дней нетрудоспособности}}{\text{кол-во пострадавших}}$$

#### *Контрольные вопросы*

1. Что такое научная организация труда? 2. Расскажите о значении гигиены труда на производстве. 3. Какие заболевания могут возникнуть на производстве? 4. Назовите основные способы борьбы с профессиональными заболеваниями. 5. Расскажите о мерах предупреждения случаев производственного травматизма. 6. Какой существует порядок расследования и учета случаев травматизма на производстве?

## ГЛАВА II

### **ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ И МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

#### **§ 7. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ПРИЧИНЫ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА**

Электрический ток, действуя на организм человека, поражает внутренние органы (сердце, органы дыхания, нервную систему и др.) и вызывает ожоги участков кожи тела.

Различают следующие два вида поражений человека электрическим током — электрические удары и электрические травмы.

*Электрическим ударом* называется такое действие электрического тока на организм человека, в результате которого наступает судорожное сокращение мышц его тела. Следствием электрического удара может быть паралич сердца и других важнейших органов человека.

При тяжелых формах электрического удара может наступить клиническая (мнимая) смерть пострадавшего, которая при несвоевременном оказании ему медицинской помощи может перейти в смерть биологическую.

*Электрической травмой* называется травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги (ГОСТ 12.1.009—76).

Степень и последствия воздействия электрического тока на организм человека зависят от ряда следующих факторов: величины тока, пути прохождения тока через тело человека, частоты тока, длительности соприкосновения тела пострадавшего с токоведущей частью, неблагоприятных условий\*, а также индивидуальных свойств его состояния в момент поражения электрическим током. Так, например, установлено, что состояние опьянения и психическая подавленность пострадавшего или внезапность действия электрического тока на него приводят к тому, что даже незначительный по величине ток становится в этих случаях причиной тяжелой травмы, могущей в ряде случаев повлечь за собой смерть.

Поражения электрическим током могут быть вызваны одной из следующих причин:

непосредственное прикосновение или недопустимое приближение к токоведущим частям, нормально находящимся под напряжением;

прикосновение к конструктивным элементам электроустановки или отдельным частям электрооборудования, нормально не находящимся под напряжением, но оказавшимся под потенциалом опасной величины вследствие повреждения изоляции;

\* Неблагоприятными условиями, увеличивающими опасные последствия от действия электрического тока, считаются прикосновение к токоведущим частям влажными руками или наиболее чувствительными к току частями тела (шея, затылок и др.); длительное (свыше 0,2 с) воздействие электрического тока на организм пострадавшего; прохождение тока через область сердца пострадавшего; сырость помещения, низкое атмосферное давление.

воздействие напряжения шага, т. е. напряжения между двумя точками цепи тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

Величина тока, проходящего через тело человека, определяется величиной приложенного напряжения и сопротивлением самого тела человека.

Организм человека состоит из внешнего кожного покрова, кровеносных сосудов, костных и мышечных тканей. Наименьшим электрическим сопротивлением обладают кровеносные сосуды, а наибольшим — верхний слой (роговвица) кожи, в которой кровеносные сосуды отсутствуют.

Кожа с поврежденной роговицей выдерживает напряжение около 100 В, а в ряде случаев и выше. При повреждении роговицы (царапины, ссадины, порезы и др.) сопротивление организма человека электрическому току резко снижается. Следствием прикосновения поврежденным участком кожи к токоведущей части будет резкое снижение сопротивления организма пострадавшего и увеличение поражающего тока.

Переменные токи частотой 50 Гц порядка 10—15 мА представляют реальную опасность для человека, а выше 20 мА — могут вызвать электротравмы и стать причиной тяжелых (вплоть до смертельных) поражений.

Величины переменного тока и характер его воздействия на человека приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характер воздействия переменного электрического тока на человека

| Ток через человека, мА | Характер воздействия  |
|------------------------|---|
| 0,5—1,5                | Начало ощущения — легкое дрожание пальцев рук   |
| 2—3                    | Сильное дрожание пальцев  |
| 5—7                    | Судорога в руках  |
| 8—10                   | Руки трудно, но еще можно оторвать от электродов. Сильные боли в пальцах, кистях рук и предплечья                                     |
| 20—25                  | Паралич рук, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Дыхание затруднено. Паралич дыхания. Начало фибрилляции сердца |
| 50—80                  | Паралич дыхания. Начало фибрилляции сердца  |
| 90—100                 | Паралич дыхания. При длительном (более 3 с) воздействии — паралич сердца  |

Величину тока, проходящего через тело человека, условно определяют по закону Ома:

$$I_{\text{чел.}} = \frac{V_{\text{пр.}}}{R_{\text{чел.}}}$$

Сопротивление тела человека — величина нелинейная. Она непропорционально изменяется от десятков тысяч до 800 Ом при увеличении приложенного к телу напряжения от 10 до 140 В.

Сопротивление тела уменьшается при увеличении длительности воздействия, а также от наличия плотного контакта с токоведущей частью. Сопротивление тела зависит от физического и психического состояния человека. В расчетах по электробезопасности принимают наименьшую величину сопротивления человека:  $R_{\text{чел.}} = 1000 \text{ Ом}$ .

Наибольшей опасности человек подвергается в случае прохождения тока по жизненно важным органам (сердцу, легким) или по клеткам центральной нервной системы. Смертельный исход возможен даже при малых напряжениях (12—36 В) в результате соприкосновения с токоведущими частями наиболее уязвимых частей тела — тыльной стороны ладони, щеки, шеи, голени, плеча.

Длительность воздействия электрического тока на организм человека — один из основных факторов, влияющих на исход поражения. Чем меньше время воздействия, тем меньше степень поражения. Продолжительное (более 1 с) воздействие тока приводит к тяжелому исходу.

Допустимым считают ток, при котором человек может освободиться самостоятельно от электрической цепи (2 мА — не более 10 с, 6 мА — менее 10 с).

Поэтому ряд защитных устройств рассчитывают на предельный ток, не вызывающий смертельного поражения (при токе допустимом 50 мА — 1 с; при 75 мА — 0,7 с; при 100 мА — 0,5 с; при 250 мА — 0,2 с).

## § 8. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЖИВОТНЫХ

К электроустановкам, находящимся в помещениях сельскохозяйственного производства, предъявляются повышенные требования техники безопасности.

Значительная часть этих помещений относится к особо опасным и с повышенной опасностью в части поражения электрическим током.

Помещения, в которых находятся животные, а также теплицы и парники, имеют относительную влажность воздуха, близкую к 100%, и относятся к особо сырým. Кроме того, в воздухе коровников, птичников и других помещений сельскохозяйственного производства имеется наличие аммиака и сероводорода. Эта химически активная среда разъедает изоляцию проводов, электрических аппаратов и токоведущие части электроустановок. Таким образом, электрооборудование, устанавливаемое в помещениях сельскохозяйственного производства, выбирают в соответствии с условиями окружающей среды (табл. 2).

Таблица 2. Выбор электрооборудования сельскохозяйственных электроустановок в зависимости от условий окружающей среды

| Характеристика помещений   | Исполнение электродвигателей                             | Исполнение аппаратуры  |
|--|--|--|
| Сухие  | Открытое и защищенное                                    | Открытое и защищенное  |
| Пыльные  | Закрытое, продуваемое чистым воздухом                    | Пылезащищенное   |
| Влажные  | Открытое и защищенное                                    | Открытое и защищенное с установкой в закрытых шкафах   |
| Сырые и особо сырые без химически активных газов, наружные установки | Влаго- и морозостойкое                                   | Защищенное с установкой в капле- и брызгозащищенных шкафах                                   |
| Особо сырые, химически активной средой (примеси аммиака)             | Химически стойкое, закрытое, продуваемое чистым воздухом | Защищенное тропического исполнения с установкой в химически стойких и влагозащищенных шкафах |

Электрический ток воздействует на животных так же, как и на человека. Но животное находится в худшем положении, так как сопротивление его тела значительно меньше, чем у человека. Таким образом, ток, от которого человек может самостоятельно освободиться, для животного может оказаться смертельным.

Напряжение 4—8 В, которое действует на корову систематически, снижает отдачу молока на 20—40%.

Нарушения в изоляции проводов и оборудования могут привести к нежелательным последствиям. Поэтому установлены более частые сроки проверки заземления, т. е. измерения сопротивления цепи нулевого провода — фазного провода. Эти замеры проводят не реже одного раза в год, а также если оборудование долго не было в употреблении. Внешний осмотр проводят не реже одного раза в шесть месяцев, а в сырых помещениях — не реже одного раза в три месяца.

## **§ 9. ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПРИ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Опасность поражения электрическим током в известной мере определяется особенностью электрических сетей и электроустановок.

В отношении мер безопасности электроустановки и электросети подразделяются на следующие виды:

электроустановки и электросети напряжением выше 1000 В с глухозаземленной нейтралью\* (с большими токами замыкания на землю), к которым относятся сети напряжением 110 кВ и выше;

электроустановки и электросети напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью (с малыми токами замыкания на землю), к которым относятся электроустановки и распределительные сети напряжением 10 или 6 кВ, питающие распределительные пункты и трансформаторные подстанции предприятий;

электроустановки и электросети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью источника питания (генератора или трансформатора). Это обычно внутренние электроустановки и электросети напряжением 380/220 В, питающие подавляющее большинство электроприемников (электродвигателей, ламп освещения и др.);

электроустановки и электросети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью\*\*. Это обычно уста-

\* Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформаторы тока и др.).

\*\* Изолированной нейтралью называется нейтраль, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети, трансформаторы напряжения и другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

Новки и сети напряжением 380, 220 или 110 В, применяемые для электроснабжения электроприемников, где в целях безопасности установки и сети с глухозаземленной нейтралью неприменимы.

На промышленных и сельских предприятиях используют сети и установки напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

Это четырехпроводные сети номинальным напряжением 380/220 В, в которых заземление нейтрали силового трансформатора создает определенный режим напряжения фаз относительно земли в нормальных условиях и при однофазных замыканиях на землю.

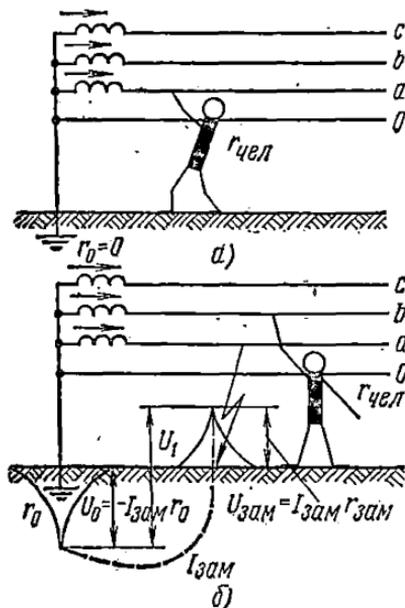


Рис. 1. Трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью:

- а — прикосновение к одному проводу при нормальном состоянии изоляции.
- б — прикосновение к одному проводу при однофазном замыкании на землю

На рис. 1, а показана схема прикосновения к одной из фаз (однополюсное прикосновение) в четырехпроводной сети с сопротивлением заземления, близким к нулю.

При нормальном состоянии изоляции четырехпроводной сети напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью источники питания (генератора, трансформатора) напряжения фаз относительно земли равны фазному напряжению 220 В.

В случае прикосновения к любому из проводов такой сети человек окажется под напряжением 220 В и ток, проходящий через него, определится величиной этого напряжения и сопротивлением тела человека.

В сети с глухозаземленной нейтралью однофазное замыкание на землю должно отключаться защитой, в противном случае прикосновение к любому из оставшихся проводов окажется очень опасным, так как напряжение в них относительно земли резко возрастет. На рис. 1, б показана схема, поясняющая этот случай.

В цепи замыкания будет протекать ток  $I_{\text{зам}} = U(r_0 + r_{\text{зам}})$ . При этом напряжение нейтрали относительно земли будет  $U_0 = I_{\text{зам}} r_0$ , а напряжение провода, замкнутого на землю,  $U_{\text{зам}} = I_{\text{зам}} r_{\text{зам}}$ . Эти напряжения пропорциональны сопротивлениям и в сумме равны фазному напряжению источника питания (трансформатора, генератора). Величина напряжения исправных фаз относительно земли, и следовательно, напряжение, приложенное к человеку, будет

$$U_{\text{чел}} = \sqrt{U_0^2 + U_0 U + U^2},$$

где  $U$  — фазное напряжение источника питания.

Так, например, в сети 380 В при фазном напряжении 220 В в случае однофазного замыкания на землю с переходным сопротивлением, равным сопротивлению нейтрали  $r_0 = 4$  Ом, ток замыкания будет

$$I_{\text{зам}} = \frac{220}{4+4} = 27,5 \text{ А.}$$

Напряжение нейтрали и провода поврежденной фазы относительно земли будет

$$U_0 = U_{\text{зам}} = \frac{220}{2} = 110 \text{ В,}$$

а напряжение исправных фаз (напряжение, под которым окажется человек)  $U_{\text{чел}} = \sqrt{110^2 + 110 \cdot 220 + 220^2} \approx 300$  В, что представляет большую опасность. Поэтому в сетях с глухозаземленной нейтралью защита при однофазных замыканиях должна обеспечивать мгновенное отключение электрической сети или электроустановки.

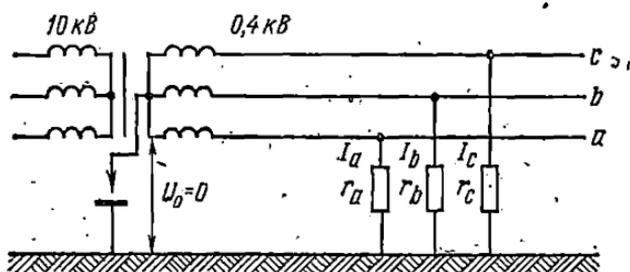
Согласно требованиям ПУЭ при номинальных напряжениях 500 и 600 В нейтраль источника питания должна быть изолирована во всех установках, а при напряжении 380 В — только при повышенных требованиях электробезопасности.

В сетях с изолированной нейтралью должна быть обеспечена необходимая изоляция и исправность пробивного предохранителя, служащего прибором защиты вторичной сети при переходе в нее более высокого напряжения вследствие повреждения изоляции между обмотками понизительного трансформатора, питающего эту сеть.

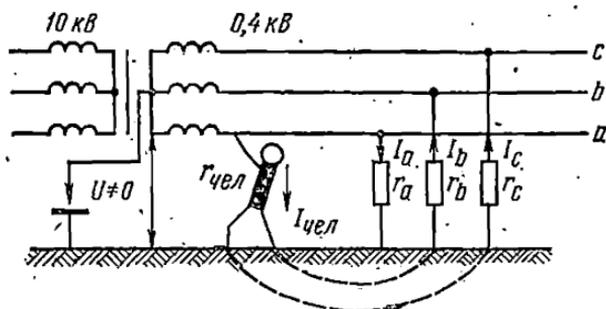
Схема трехпроводной сети с изолированной нейтралью и номинальным напряжением 380 В, питаемая от

трехфазного силового трансформатора с обмотками, соединенными звездой, показана на рис. 2.

На рис. 2, а показана схема сети с исправной изоляцией до прикосновения человека к одной из фаз, поэтому фазные напряжения симметричны и равны, что мо-



а)



б)

Рис. 2. Трехфазная сеть с изолированной нейтралью:

а — до прикосновения человека к проводу, б — в момент прикосновения человека к проводу

жет иметь место при равенстве между собой сопротивлений изоляции ( $r_a = r_b = r_c = r_{из}$ ) относительно земли.

После прикосновения человека к одной фазе (рис. 2, б) ее сопротивление относительно земли уменьшится, а симметрия напряжений и равенство сопротивлений нарушатся. При этом напряжения двух других фаз относительно земли увеличатся, а напряжение фазы, к которой прикоснулся человек, снизится.

Ток, проходящий в этом случае через тело человека, будет

$$I_{\text{чел}} = \frac{3U}{3r_{\text{чел}} + r_{\text{из}}},$$

где  $U$  — фазное напряжение.

Приведенная выше формула показывает, что важнейшим фактором безопасности в сетях с изолированной нейтралью при отсутствии ёмкости является сопротивление изоляции фаз относительно земли. Значит, чем больше сопротивление изоляции фаз относительно земли, тем меньше будет ток, проходящий через тело человека, прикоснувшегося к одной из фаз.

Однако необходимо иметь в виду, что даже при вполне исправной изоляции проводов разветвленной сети с большим числом электроприемников полное сопротивление изоляции фазы относительно земли может оказаться сравнительно небольшим. В этом случае при однополюсном прикосновении ток, проходящий через тело человека, может быть смертельно опасным.

## ГЛАВА III

### МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Безопасность сооружаемых и эксплуатируемых электроустановок обеспечивается путем осуществления предписываемых Правилами устройств электроустановок, Правилами технической эксплуатации и Правилами технической безопасности защитных мер, к которым в первую очередь относятся устройство защитных заземлений и занулений; использование электротехническим персоналом защитных средств и предохранительных приспособлений; применение плакатов, защитных блокировок.

#### § 10. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ

Защитное заземление или зануление является одной из основных мер обеспечения электробезопасности.

Заземление состоит из зарытых в землю металлических электродов, называемых *заземлителями*, и проводников, соединяющих их с заземляемыми частями установок. Проводники, которые служат для соединения заземлителей между собой и с заземляемыми частями электроустановок, называются *заземляющими проводниками*.

Совокупность заземлителей и заземляющих проводников называется *заземляющим устройством*.

Заземлители представляют собой забитые вертикально в землю стальные трубы, рельсы или горизонтально уложенные стальные или медные полосы и провода. Количество стальных труб и других заземлителей определяют путем расчета, и иногда оно достигает десятков штук. Чтобы уменьшить сопротивление заземления растеканию тока, заземлители надо размещать на уровне грунтовых вод.

Различают рабочее, защитное и грозозащитное заземление.

*Рабочим заземлением* является непосредственная связь нейтрали трансформатора или генератора с заземлителем.

*Защитное заземление*.— это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Грозозащитное заземление используется для защиты электрического оборудования от воздействия тока молнии.

Защитное заземление рассчитывают и выполняют таким образом, чтобы при замыкании на землю в электроустановках предельно снизить напряжение прикосновения и шаговое напряжение, под которые может попасть обслуживающий персонал. Это достигается уменьшением сопротивления заземлителей и выравниванием распределения потенциала на территории заземленным контуром.

*Занулением* в электроустановках называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

*Сопротивлением растекания заземлителя* называют сопротивление, оказываемое току, растекающемуся с заземлителя в землю. Оно определяется как отношение напряжения на заземлителе относительно земли к току, проходящему через заземлитель в землю.

*Сопротивлением заземляющего устройства* называется суммарное сопротивление, складывающееся из сопротивления растеканию заземлителя и сопротивления заземляющих проводников.

*Замыканием на землю* называется случайное электрическое соединение токоведущих частей электроустановки непосредственно с землей или нетоковедущими проводя-

шими предметами, не изолированными от земли. Случайное электрическое соединение токоведущих частей с металлическими нетоковедущими электроустановками называется замыканием на корпус.

Током замыкания на землю называется ток, проходящий через землю в месте замыкания.

Напряжением относительно земли при замыкании на

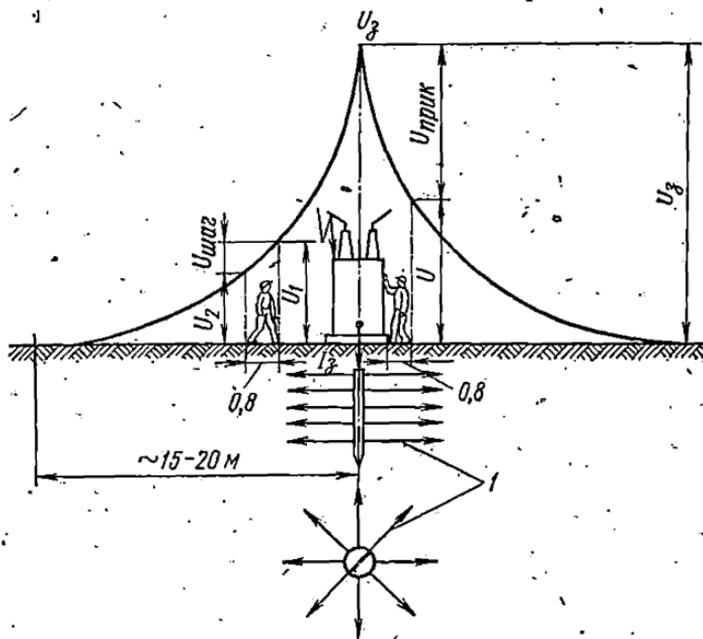


Рис. 3. Распределение потенциала при замыканиях на землю:

$I$  — направление растекания тока

корпус называется напряжение относительно точки земли, находящейся вне зоны растекания тока замыкания.

Напряжением прикосновения называется напряжение между двумя точками цепи тока замыкания на землю, которых одновременно касается человек.

При повреждении изоляции электрического аппарата (силового трансформатора, высоковольтного выключателя и т. п.) между находящимся под напряжением поврежденным участком и заземленной частью образуется электрическая цепь, по которой потечет ток замыкания на землю. Величина тока замыкания на землю  $I_z$  будет зависеть от системы сети, ее мощности, протяженности, сопротивлений в цепи замыкания и др.

Ток замыкания потечет через заземленный металлический корпус оборудования к заземлителю, а через него в землю.

В земле ток растекается во все стороны равномерно (если грунт однороден) или с некоторой неравномерностью, определяемой неоднородностью грунта.

По мере растекания тока во все возрастающих объемах грунта плотность тока на единицу объема грунта уменьшается. Наибольшая плотность тока и наивысшее напряжение относительно земли будут в месте замыкания тока на землю. По мере удаления от места замыкания тока на землю напряжение относительно земли убывает.

Если при помощи вольтметра измерить величины напряжений в нескольких точках, расположенных на разных расстояниях друг от друга в зоне растекания тока, а затем соединить графически изображенные результаты этих замеров сплошной линией, то получим кривую распределения потенциала, показанную на рис. 3.

По форме кривой на рис. 3 легко обнаружить, что по мере удаления от заземлителя потенциал снижается и на расстоянии 15—20 м становится столь незначительным, что его можно принять равным нулю.

Поэтому в соответствии с требованиями ПУЭ за точки нулевого потенциала\* принимают точки на поверхности земли, отдаленные от заземлителя на расстояния, превышающие 20 м.

Сопротивлением заземлителя ( $R_3$ ) называется сопротивление, оказываемое току, растекающемуся с заземлителя в землю, имеющую потенциал, равный нулю. Оно определяется как отношение напряжения на заземлителе относительно земли ( $U_3$ ), к току ( $I_3$ ), проходящему через заземлитель в землю, т. е.

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} \text{ Ом.}$$

Сопротивлением заземляющего устройства называется суммарное сопротивление, складывающееся из сопротивлений заземлителя и заземляющих проводников.

Пригодность заземляющего устройства к использованию в качестве защитного заземления определяется

---

\* Нулевым принято считать потенциал, практически не отличающийся от нормального потенциала земли.

надежностью контакта между заземленной частью оборудования и землей. При отсутствии требуемого контакта прикосновение к заземленной части оборудования с нарушенной изоляцией будет равнозначно однополюсному прикосновению к токоведущей части.

Если металлический корпус оборудования с поврежденной изоляцией будет заземлен так, как показано на рис. 4, а, то прикоснувшийся к нему человек окажется под напряжением относительно земли -

$$U_1 = I_3 R_3.$$

В этом случае благодаря достаточно малому сопротивлению заземляющего устройства величина тока, проходящего через тело человека, окажется не опасной для него.

Таким образом, защитное действие заземления в сетях с изолированной нейтралью (рис. 4, а) заключается в том, что при замыкании на корпус заземленного оборудования человек, касающийся его, оказывается под напряжением неопасной величины, определяемой величиной тока однополюсного замыкания и сопротивлением заземления.

В электрических сетях и электроустановках с заземленной нейтралью применяется система «зануления», при которой соответствующие нетоковедущие части оборудования соединены металлическими проводниками с нейтралью генератора или трансформатора (рис. 4, б).

При системе «зануления» в сети напряжения 380/220 В благодаря наличию металлической связи между корпусом оборудования и нейтралью трансформатора замыкание какой-либо фазы на корпус приведет к однофазному короткому замыканию и отключению поврежденного участка ближайшим предохранителем или автоматом.

Если в сети 380/220 В с глухозаземленной нейтралью не будет металлической связи корпуса оборудования с нейтралью трансформатора (рис. 4, в), то замыкание на корпус будет сопровождаться током, который не всегда окажется достаточным, чтобы вызвать перегорание предохранителя или действие автомата.

При больших номинальных токах плавких вставок предохранителей или уставок тока в аппаратах максимальной токовой защиты отключения поврежденного участка не произойдет, вследствие чего на корпусе обо-

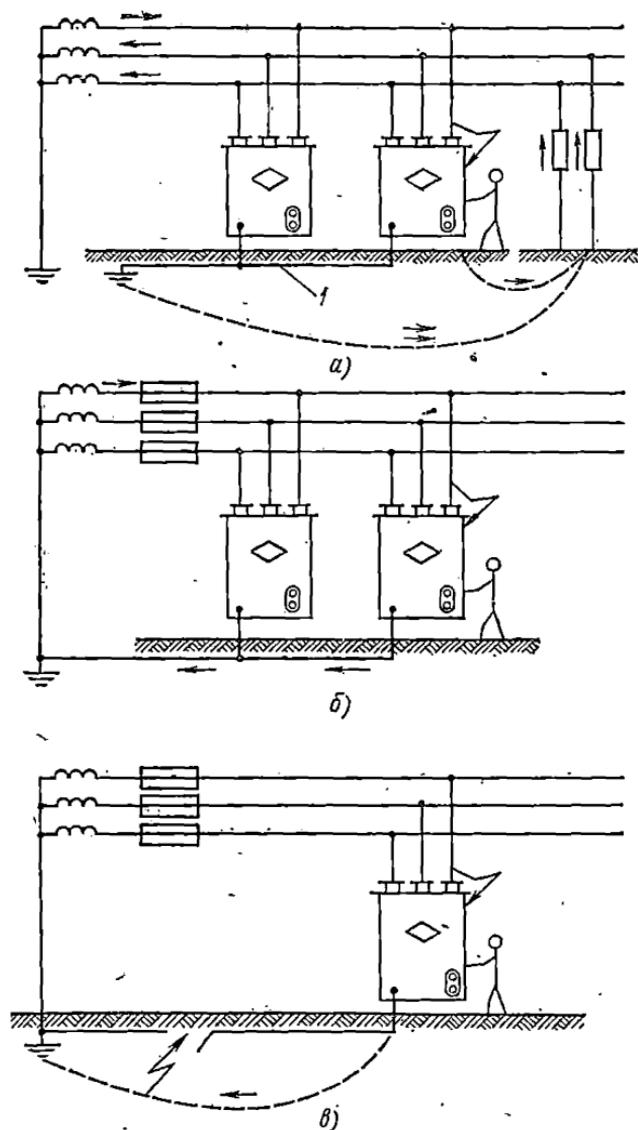


Рис. 4. Способы заземления в электроустановках на-  
пряжением до 1000 В:

*а* — в сети с изолированной нейтралью трансформатора,  
*б* — в сети с заземленной нейтралью трансформатора (система «зануления»), *в* — путь тока замыкания на землю в системе «зануления» при отсутствии металлической связи между корпусом оборудования и нейтралью трансформатора;  
*I* — магистраль заземления

рудования с поврежденной изоляцией будет существовать потенциал опасной величины.

Нормальная работа системы «зануления» обеспечивается при условии соблюдения следующих основных требований:

достаточная величина тока отключения аварийного участка;

быстрота срабатывания отключающих устройств;

немедленная ликвидация обрыва проводников, соединяющих корпус оборудования с нейтралью трансформатора;

сохранение номинальных значений плавких вставок и токов установки автоматов при их заменах и ремонтах.

Из сопоставления приведенных выше систем защитных заземлений и занулений видно, что их действие основано в одном случае на снижении напряжения и тока до величины, безопасной для человека (в установках с изолированной нейтралью), а в другом — на обеспечении быстрого отключения поврежденного участка сети или электрооборудования (в установках с глухозаземленной нейтралью).

## § 11. РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЕНИЙ

Технические параметры заземляющих устройств определяют расчетом, исходя из величин безопасных напряжений прикосновения и шагового напряжения. Путем сложных расчетов определяют число, тип, размеры электродов заземляющего устройства, способы их размещения и др. Заземляющее устройство рассчитывают специалисты, имеющие соответствующий опыт работы и использующие значительное число различных влияющих факторов. Поэтому приведенные ниже сведения о расчете заземляющих устройств даются с целью только общего ознакомления с последовательностью расчетов и с-исходными данными, которые могут быть положены в основу расчетов.

Рассчитывают заземляющие устройства в такой последовательности.

I. Определяют расчетный ток замыкания на землю и необходимое сопротивление заземляющего устройства  $r_3$  в зависимости от рода установки.

При совмещении заземляющих устройств различных напряжений или назначений в качестве расчетной при-

нимают наименьшую из требующихся величин сопротивлений.

II. Определяют расчетное значение удельного сопротивления грунта ( $\rho_{расч}$ ) в месте устройства заземления.

Удельное сопротивление грунта характеризует свойства и состояние грунта с точки зрения его электрической проводимости. За единицу удельного сопротивления грунта принимают сопротивление между сторонами кубика грунта с ребрами в 1 см, определяемое по формуле

$$\rho = \frac{RS}{l} \text{ Ом} \cdot \text{см},$$
 где  $R$  — сопротивление некоторого объема грунта, Ом;  $S$  — сечение этого объема грунта, см<sup>2</sup>;  $l$  — длина этого объема грунта, см.

Удельное сопротивление грунта зависит от его состава и строения, содержания в нем влаги и растворимых веществ, от температуры и ряда других факторов.

Удельное сопротивление грунта нестабильно и существенно меняется в зависимости от времени года, вызывая значительные изменения сопротивления заземлителей.

В расчетах заземления изменение сопротивления заземлителей вследствие высыхания и промерзания грунта учитывают, вводя соответствующие коэффициенты к замеренной или принятой величине сопротивления грунта. В зависимости от состояния грунта во время выполнения замеров и количества осадков, выпавших в предшествующее измерению время, применяют один из повышающих коэффициентов, рекомендованных Всесоюзным электротехническим институтом для средней полосы СССР:

$K_1$  — применяется в том случае, когда удельное сопротивление грунта или сопротивление заземлителя соответствует примерно минимальному значению (грунт влажный; времени измерений предшествовало выпадение большого количества осадков);

$K_2$  — применяется в том случае, когда величина удельного сопротивления грунта или сопротивления заземлителя соответствует примерно среднему значению за время измерений (грунт средней влажности; времени измерений предшествовало выпадение небольшого количества осадков);

$K_3$  — применяется в том случае, когда величина удельного сопротивления грунта или сопротивления за-

землителя соответствует примерно наибольшему значению (грунт сухой; времени измерений предшествовало выпадение незначительного количества осадков).

Значения этих коэффициентов для средней полосы СССР приведены в табл. 3.

Таблица 3. Повышающие коэффициенты к величине измеренного удельного сопротивления грунта или сопротивления заземлителя

| Заземлители                                | Глубина заложения, м.                                     | Коэффициенты |       |       |
|--|---|--------------|-------|-------|
|  |   | $K_1$        | $K_2$ | $K_3$ |
| Поверхностные                              | 0,5   | 6,5          | 5     | 4,5   |
|  | 0,8   | 3            | 2     | 1,6   |
| Погруженные в грунт трубы, уголки, стержни | Верхний конец на глубине около 0,8 м от поверхности земли | 2            | 1,5   | 1,2   |

Для заземлителей, лежащих ниже глубины промерзания, а также при измерениях сопротивления заземлителей, находящихся в промерзшем грунте, введение повышающих коэффициентов не требуется.

При отсутствии данных предварительных измерений можно пользоваться данными об удельных сопротивлениях грунтов, приведенными в табл. 4.

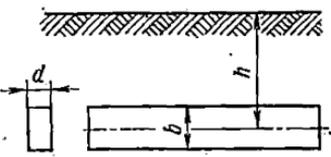
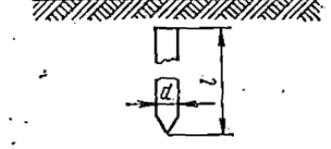
Таблица 4. Средние удельные сопротивления грунтов

| Наименование (состав) грунта                 | Удельное сопротивление $\rho$ , Ом·см |
|--|---------------------------------------|
| Смешанный грунт (глина + щебень + известняк) | 1 000                                 |
| Торф   | 2 000                                 |
| Чернозем                                     | 3 000                                 |
| Садовая земля                                | 5 000                                 |
| Глина (слой 8—10 м, далее скала, гравий)     | 7 000                                 |
| Суглинок                                     | 10 000                                |
| Супесок                                      | 30 000                                |
| Песок влажностью 10%                         | 50 000                                |
| Песок сухой                                  | 200 000                               |
| Гравий, щебень                               | 250 000                               |
| Каменные почвы                               | 400 000                               |

Примечания: 1. Приведенные данные являются ориентировочными и пользоваться ими рекомендуется при отсутствии данных измерения сопротивления грунта. 2. При отсутствии сведений о грунте его удельное сопротивление может быть принято (для ориентировочных расчетов) равным 10 000 Ом·см.

III. Определяют сопротивление электрода принятых размеров из полосы или трубы по формулам, приведенным в табл. 5, принимая в них значение  $\rho = \rho_{расч}$ .

Таблица 5. Расчет заземлителей из полосовой стали и труб

| Форма заземлителя  | Расположение заземлителя в земле  | Сопротивление растеканию, Ом  |
|--|---|---|
| <p>Прямая стальная полоса<br/>(<math>l</math> — длина,<br/><math>b</math> — ширина,<br/><math>h</math> — глубина заложения,<br/><math>\rho</math> — удельное сопротивление грунта)</p> |  | $R_{пол} = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot l_n = \frac{2l^2}{bh} \quad (1)$ |
| <p>Одиночный трубчатый заземлитель<br/>(<math>l</math> — длина,<br/><math>d</math> — внешний диаметр)</p>  |  | $R_{тр} = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot l_n = \frac{4l}{d} \quad (2)$     |

IV. Определяют способ расположения электродов (в ряд или по контуру) \* и необходимое количество их.

Необходимое число заземлителей рассчитывают с учетом явления их взаимозащитывания.

Взаимозащитывание отдельных заземлителей объясняется взаимодействием токовых потоков, создаваемых ближайшими заземлителями. Следствием взаимозащитывания является повышенное сопротивление системы заземлителей. Поэтому при расчете заземления нельзя считать, что если известно сопротивление единичного заземлителя, то сопротивление заземлителей, заложённых в землю на одинаковой глубине и соединённых параллельно, будет в  $n$  раз меньше. Чем больше число заземлителей и чем ближе они расположены друг к другу, тем больше будет ощущаться действие взаимозащитывания заземлителей\*.

Чтобы устранить влияние соседних заземлителей, казалось бы, следует увеличить расстояния между ними. Однако так делать нельзя, так как в этом случае ухуд-

\* Взаимозащитывание заземлителей полностью устраняется лишь при расположении их на расстоянии около 20 м друг от друга.

шатся условия выравнивая потенциала, а также требуется занять заземляющим устройством значительную площадь. Более целесообразно в целях уменьшения явления взаимозащитывания располагать заземлители на расстоянии примерно 3—4 м один от другого и при расчете заземляющих устройств учитывать действие взаимозащитывания, приводящее к увеличению сопротивления системы заземлителей. Чем больше число электродов в заземлителе, тем больше сказывается влияние экранирования. В сложных заземлениях явление экранирования приводит к существенному увеличению сопротивления системы заземлителя.

Влияние экранирования учитывает коэффициент использования заземлителя  $\eta$ , значения которого приведены в табл. 6.

С учетом коэффициента использования заземлителей находят вначале приближенное число  $n$  электродов заземлителя по формуле

$$n = \frac{R_T}{\eta_3 R_3},$$

где  $R_T$  — сопротивление стальной трубы, Ом;  $R_3$  — необходимое сопротивление многотрубного заземлителя, Ом.

В заземлителе, выполненном в виде труб (уголков), расположенных в один ряд и соединенных полосами связи, помимо экранирования между трубами (уголками) происходит также экранирование между полосами и трубами, а в контурном заземлителе также и между полосами. В обоих случаях экранирование учитывается коэффициентом использования соединительной полосы.

При расчете сопротивления соединительных полос по формуле (см. табл. 5) вводится коэффициент использования полосы  $\eta_{п.э}$ , принимаемый по табл. 7.

Сопротивление растеканию полосы с учетом экранирования  $R_{п.э}$  определяют по формуле

$$R_{п.э} = \frac{R_{пол}}{\eta_{п.э}} \text{ Ом},$$

где  $R_{пол}$  — сопротивление растеканию полос длины  $l$  учета экранирования, Ом;  $\eta_{п.э}$  — коэффициент использования соединительной полосы в ряду или контуре заземлителей из труб или уголка.

Окончательное количество труб (уголков) в заземлителе уточняется с учетом сопротивления полосы, снижающей общее сопротивление заземлителя.

Таблица 6. Коэффициенты использования заземлителей из труб или уголков без учета влияния полосы связи

| Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине | При размещении в ряд |  | При размещении по контуру |  |
|--|----------------------|--|---------------------------|--|
|  | число труб (уголков) | коэффициент использования заземлителей, $\eta_3$ | число труб (уголков)      | коэффициент использования заземлителей, $\eta_3$ |
| 1  | 2                    | 0,84—0,87  | 4                         | 0,66—0,72  |
|  | 3                    | 0,76—0,8   | 6                         | 0,58—0,65  |
|  | 5                    | 0,67—0,72  | 10                        | 0,52—0,58  |
|  | 10                   | 0,56—0,62  | 20                        | 0,44—0,5   |
|  | 15                   | 0,51—0,56  | 40                        | 0,38—0,44  |
|  | 20                   | 0,47—0,5   | 60                        | 0,36—0,42  |
| 2  | 2                    | 0,9—0,92   | 4                         | 0,76—0,8   |
|  | 3                    | 0,85—0,88  | 6                         | 0,71—0,75  |
|  | 5                    | 0,79—0,83  | 10                        | 0,66—0,71  |
|  | 10                   | 0,72—0,77  | 20                        | 0,61—0,66  |
|  | 15                   | 0,66—0,73  | 40                        | 0,55—0,61  |
|  | 20                   | 0,65—0,7   | 60                        | 0,52—0,58  |
| 3  | 2                    | 0,93—0,95  | 4                         | 0,84—0,86  |
|  | 3                    | 0,9—0,92   | 6                         | 0,78—0,82  |
|  | 5                    | 0,85—0,88  | 10                        | 0,68—0,78  |
|  | 10                   | 0,79—0,83  | 20                        | 0,68—0,73  |
|  | 15                   | 0,76—0,8   | 40                        | 0,64—0,69  |
|  | 20                   | 0,74—0,79  | 60                        | 0,62—0,67  |

Таблица 7. Коэффициенты использования  $\eta_n$  соединительной полосы заземлителей из труб или уголков\*

| Отношение расстояния между заземлителями к их длине | Число труб или уголков заземлителя |   |    |    |    |    |
|---|------------------------------------|---|----|----|----|----|
|   | 4                                  | 8 | 10 | 20 | 30 | 50 |

При расположении полосы в ряду труб или уголков

|   |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0,77 | 0,67 | 0,62 | 0,42 | 0,31 | 0,21 |
| 2 | 0,89 | 0,79 | 0,75 | 0,56 | 0,46 | 0,36 |
| 3 | 0,92 | 0,85 | 0,82 | 0,68 | 0,58 | 0,49 |

При расположении полосы по контуру труб или уголков

|   |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0,45 | 0,36 | 0,34 | 0,27 | 0,24 | 0,21 |
| 2 | 0,55 | 0,43 | 0,4  | 0,32 | 0,3  | 0,28 |
| 3 | 0,7  | 0,6  | 0,56 | 0,45 | 0,41 | 0,37 |

Размещать заземлители следует в таких местах, где исключена возможность проникновения в грунт нефти

или продуктов ее переработки (масел и др.). Нельзя устанавливать заземлители в непосредственной близости от паропроводников и трубопроводов горячей воды, вызывающих высыхание грунта. Пропитка почвы нефтепродуктами и испарение из почвы влаги в месте расположения заземлителей вызывают резкое возрастание (иногда в 10 раз и более) их сопротивления растеканию.

## **§ 12. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАЗЕМЛЯЮЩИМ УСТРОЙСТВАМ**

Заземляющие устройства в электроустановках напряжением до 1000 В и выше выполняются для обеспечения безопасности людей и защиты электрооборудования от грозových и коммутационных перенапряжений.

Для заземлений электроустановок различных назначений и различных напряжений следует применять одно общее заземляющее устройство.

При этом общее заземляющее устройство должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к тому из заземлений, которое имеет меньшее сопротивление.

Так, например, при создании общего заземляющего устройства для двух электроустановок сопротивления заземления которых должны быть не более 4 и 10 Ом, сопротивление общего заземления — не более 4 Ом.

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью при замыканиях на заземленные части должно быть обеспечено надежное автоматическое отключение поврежденных участков сети с наименьшим временем отключения. С этой целью в электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью обязательна металлическая связь корпуса электрооборудования с заземленной нейтралью электроустановки. Применение заземления корпуса электрооборудования без металлической связи с нейтралью трансформатора запрещается.

Электроустановки напряжением до 1000 В допускаются как с глухозаземленной, так и с изолированной нейтралью.

В четырехпроводных сетях переменного тока обязательно должно быть осуществлено глухое заземление нейтрали.

Заземление электроустановок выполняется в обяза-

тельном порядке при напряжениях 500 В и выше во всех случаях. При напряжении выше 36 В переменного тока и 110 В постоянного тока защитное заземление выполняется в городских наружных установках, а также в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

Электроустановки не заземляют при номинальных напряжениях 36 В и ниже переменного тока и 110 В и ниже постоянного тока.

Необходимо заземлять корпуса трансформаторов, аппаратов, электрических машин, светильников, пусковой аппаратуры и т. п.; приводы электрических аппаратов (разъединителей, высоковольтных выключателей и др.); вторичные обмотки измерительных трансформаторов (тока, напряжения). При этом у трансформаторов тока, устанавливаемых в цепях напряжением 500 В и выше, вторичная обмотка должна быть одним полюсом заземлена на зажимах. У трансформаторов напряжения заземляют нулевые точки, а при соединении их обмоток в «открытый треугольник» — общую точку вторичных обмоток.

Вторичную обмотку шинных трансформаторов тока напряжением до 1000 В, у которых нет изоляции между первичным витком (шиней) и сердечником, находящимся в связи с этим под напряжением, не заземляют. В этом случае заземление осуществляется в присоединяемых к ней цепях.

Вторичные обмотки трансформаторов напряжения, соединенных в звезду или же питающих оперативные цепи защиты и автоматики с оперативным переменным током, могут быть заземлены через пробивной предохранитель;

каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов; металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические корпуса кабельных муфт, металлические оболочки и брони контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, стальные трубы электропроводки, крючья и штыри фазных голых проводов и другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования, арматуры железобетонных опор; металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников.

В электроустановках заземлению не подлежат:

арматура подвесных и штыри опорных изоляторов, крившейны и осветительная арматура при установках их на деревянных опорах линий электропередачи и на деревянных конструкциях открытых подстанций, если этого не требуется по условиям защиты от атмосферных перенапряжений;

оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях; при этом опорные поверхности в месте соприкосновения оборудования с конструкцией должны быть тщательно зачищены для обеспечения между ними электрического контакта;

корпуса электроизмерительных приборов (амперметров, вольтметров и др.), реле и т. п., установленных на щитах, щитках, шкафах, а также на стенах камер распределительных устройств;

рельсовые пути, выходящие за территорию подстанций и распределительных устройств;

съемные или открывающиеся части на металлических заземленных каркасах и камерах распределительных устройств ограждений, шкафов, дверей и т. п.

Временные переносные заземления, применяемые для заземления токоведущих частей ремонтируемой части установки, состоящие из проводников для закорачивания фаз и проводников для присоединения к заземляющему устройству, должны выполняться из голых медных многожильных проводов.

Переносное заземление должно иметь сечение, соответствующее требованиям термической устойчивости при коротких замыканиях, но не менее 25 мм<sup>2</sup>.

Сечение переносного заземления выбирают по следующей формуле:

$$S_{\text{мин}} = \frac{I_{\text{уст}} \sqrt{t_{\text{ф}}}}{272},$$

где  $I_{\text{уст}}$  — наибольший установившийся ток короткого замыкания;  $t_{\text{ф}}$  — время, с.

Практически  $t_{\text{ф}}$  принимается равным времени наибольшей уставки релейной защиты данной установки.

### § 13. ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА

*Электрозащитные средства* — это переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения элект-

трическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

По назначению защитные средства условно делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие защитные средства служат для изоляции человека от токоведущих частей и от земли.

К изолирующим защитным средствам (рис. 5) относятся оперативная штанга с фарфоровым изолятором (рис. 5, а), клещи для установки в контактных губках и извлечения из них трубчатых предохранителей (рис. 5, б), изолирующая штанга (рис. 5, в), диэлектрические перчатки (рис. 5, г), диэлектрические боты (рис. 5, д), диэлектрические галоши (рис. 5, е), резиновые дорожки и коврики с рифленой поверхностью (рис. 5, ж), изолирующие подставки (рис. 5, з), инструмент монтерский с изолирующими рукоятками (рис. 5, и), токоизмерительные клещи (рис. 5, к), указатель напряжения (рис. 5, л) и др.

Изолирующие защитные средства делятся на основные и дополнительные.

*Основными* являются изолирующие защитные средства, способные надежно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и при помощи которых допускается касание токоведущих частей, находящихся под напряжением.

В электроустановках напряжением выше 1000 В к основным изолирующим защитным средствам относятся оперативные и измерительные штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения и т. п.

В электроустановках напряжением до 1000 В к основным изолирующим защитным средствам относятся оперативные штанги и клещи, диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими ручками и указатели напряжения.

*Дополнительными* являются изолирующие защитные средства, не рассчитанные на напряжение электроустановки и не обеспечивающие безопасность персонала. Поэтому дополнительные средства применяются вместе с основными в виде дополнительной меры защиты. К дополнительным изолирующим средствам защиты в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся диэлектрические перчатки, боты, коврики и подставки на фарфоровых изоляторах, а в электроустановках до 1000 В — диэлектрические галоши и коврики.

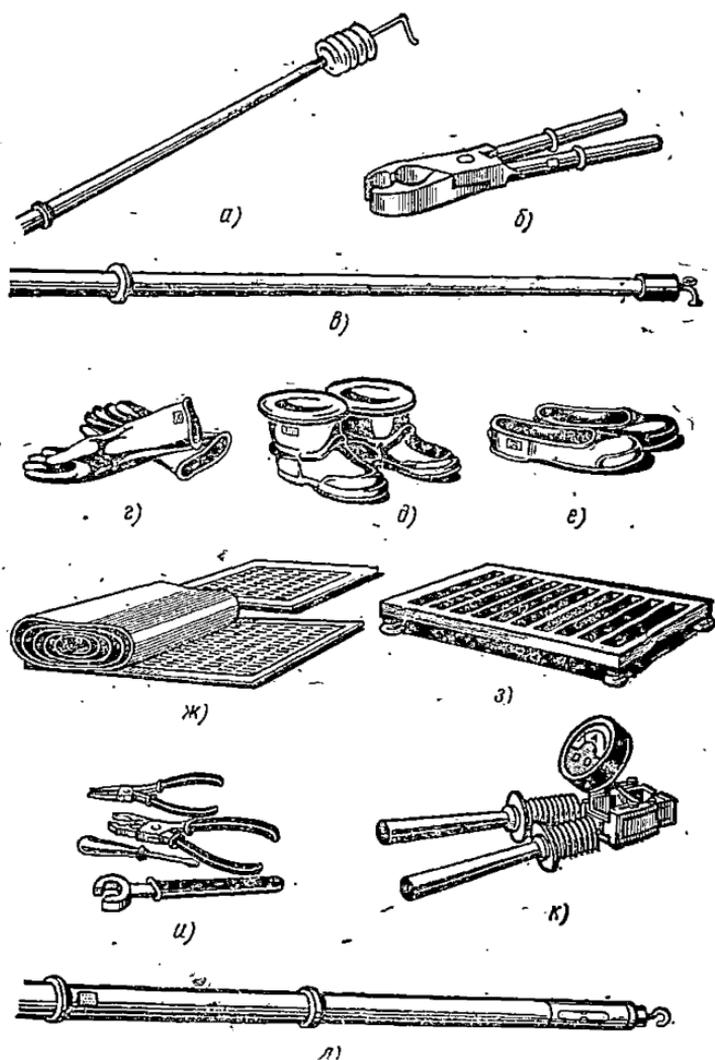


Рис. 5: Изолирующие защитные средства:

**а** — оперативная штанга с фарфоровым изолятором, **б** — клещи для установки в контактных губках и извлечения из них трубчатых предохранителей, **в** — изолирующая штанга, **г** — диэлектрические перчатки, **д** — диэлектрические боты, **е** — диэлектрические галоши, **жз** — резиновая дорожка и коврик, **з** — изолирующая подставка, **и** — монтерский инструмент с изолирующими рукоятками, **к** — токоизмерительные клещи, **л** — указатель напряжения

Ограждающими и защитными средствами являются различные переносные ограждения, служащие для временного ограждения токоведущих частей и таким образом предотвращающие возможность прикосновения к ним.

Вспомогательными и защитными средствами яв-

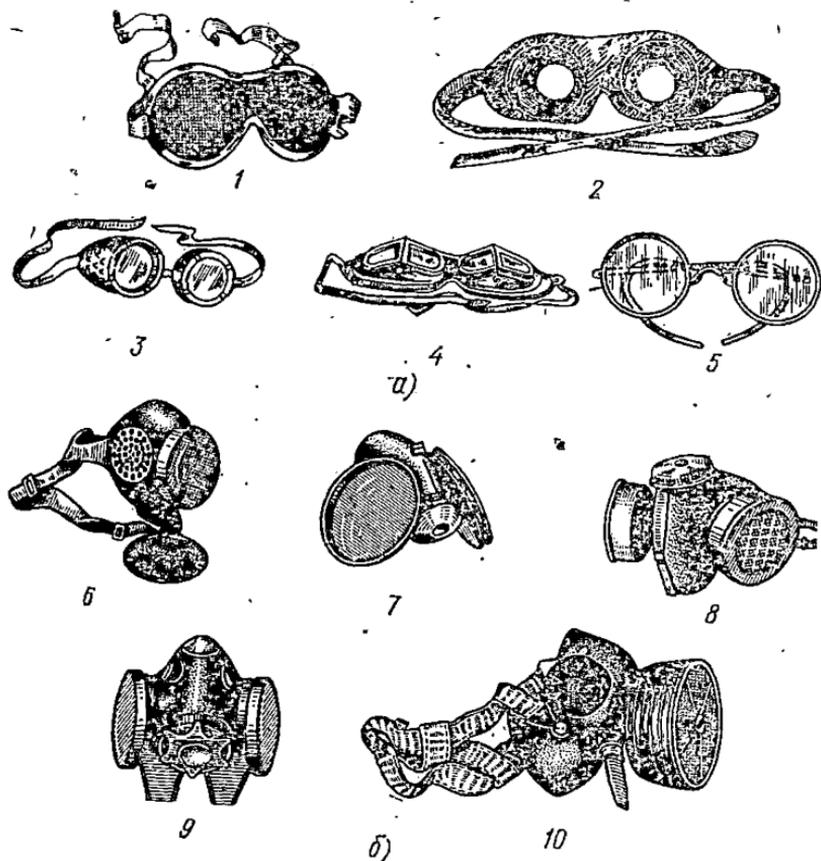


Рис. 6. Средства индивидуальной защиты органов зрения и дыхательных путей:

*a* — защитные очки: 1 — металлические сетчатые, 2 — противопыльные, 3 — чешуйчатые, 4 — шоферские, 5 — открытые со светофильтрами; *б* — противопыльные респираторы: 6 — для небольшой запыленности, 7 и 8 — для большой запыленности, 9 — для цементной и известковой пыли, 10 — для защиты всего лица

ляются инструменты, приспособления и устройства, предназначенные для защиты электротехнического персонала от падения с высоты (предохранительные пояса, страхующие канаты и др.), для безопасного подъема на

опоры (монтерские когти, лапы для подъема на бетонные опоры и т. п.), для защиты от световых, тепловых или химических воздействий (защитные очки, респираторы, противогазы, брезентовые рукавицы, резиновые перчатки и др.), для защиты от шумов (противошумные наушники, шлемы и др.).

Вспомогательные защитные средства показаны на рис. 6.

Применяемые в электроустановках защитные средства обязательно подвергаются испытаниям. Периодичность, объем и нормы испытаний приведены в табл. 8.

Основные защитные средства выполняются из изоляционных материалов (фарфор, бакелит, эбонит, гетинакс, пластмасса и т. д.). Допускается применение дерева, проваренного в льняном или других высыхающих маслах. Эти защитные средства должны храниться в закрытых помещениях.

Защитные средства из резины хранятся в закрытых помещениях в специальных шкафах, на стеллажах отдельно от инструмента и защищаются от воздействия масел, бензина и т. д., разрушающих резину, а также от прямого воздействия солнечных лучей и нагревательных приборов.

Изолирующие штанги хранят в вертикальном положении в специальных стояках или подвешенными. Если штанги хранят в горизонтальном положении, необходимо предусмотреть устройство, не дающее возможности их прогиба.

Указатели напряжения и токоизмерительные клещи необходимо хранить в футлярах, а изолирующие клещи — на специальных полках.

Каждое переносное заземление должно иметь свой номер, соответствующий номеру места его хранения.

Временные ограждения, как правило, хранят в помещении распределительного устройства, если они не загромождают проходы.

Все основные изолирующие защитные средства рассчитаны на применение их в закрытых или открытых распределительных устройствах и на воздушных линиях электропередачи только в сухую погоду.

Поэтому использование этих защитных средств на открытом воздухе и в сырую погоду (во время дождя, тумана, снега и т. п.) запрещается.

Таблица 8. Объем, нормы и периодичность испытания защитных средств в эксплуатации

| Наименование защитных средств   | Напряжение электроустановки | Испытательное напряжение (в эксплуатации)          | Продолжительность, мин | Сроки периодических испытаний                               | Сроки периодических осмотров |
|---|-----------------------------|--|------------------------|---|------------------------------|
| Изолирующие штанги (кроме измерительных)  | Ниже 110 кВ                 | Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40 кВ | 5                      | 1 раз в 2 года  | 1 раз в год                  |
| Измерительные штанги  | Ниже 110 кВ                 | Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40 кВ | 5                      | В сезон измерений 1 раз в 3 месяца, но не реже 1 раза в год | То же                        |
| Изолирующие клещи   | 1—35 кВ                     | Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40 кВ | 5                      | 1 раз в 2 года  | »                            |
| То же   | До 1000 В                   | 2 кВ   | 5                      | То же   | »                            |
| Токоизмерительные клещи   | До 10 кВ                    | Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40 кВ | 5                      | 1 раз в год   | 1 раз в 6 месяцев            |
| То же   | До 600 В                    | 2 кВ   | 5                      | То же   | То же                        |
| Указатели напряжения: изолирующая часть; собственно указатель, имеющий кроме крока вывод от компенсаторов | Ниже 110 кВ<br>110—220 кВ   | Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40 кВ | 5                      | »   | »                            |

|  |                     |        |                                    |                   |                     |
|--|---------------------|--------|------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Трубки с дополнительным сопротивлением для фазировки                   | 2—6 кВ              | 6 кВ   | 1                                  | »                 | »                   |
| Трубки с дополнительным сопротивлением для фазировки                   | 10 кВ               | 10 кВ  | 1                                  | »                 | »                   |
| Указатели напряжения, работающие по принципу протекания активного тока | До 500 В            | 1 кВ   | 1                                  | »                 | Перед употреблением |
| Монтерский инструмент с изолирующими рукоятками                        | До 1000 В           | 2 кВ   | 1                                  | »                 | То же               |
| Перчатки резиновые диэлектрические                                     | До 1000 В           | 2,5 кВ | 1                                  | 1 раз в 6 месяцев | »                   |
| То же  | Выше 1000 В         | 6 кВ   | 1                                  | То же             | »                   |
| Боты резиновые диэлектрические   | Для всех напряжений | 15 кВ  | 1                                  | 1 раз в 3 года    | 1 раз в 6 месяцев   |
| Галоши резиновые диэлектрические                                       | До 1000 В           | 3,5 кВ | 1                                  | 1 раз в год       | То же               |
| Коврики резиновые диэлектрические                                      | До 1000 В           | 3,5 кВ | Протягивание со скоростью 2—3 см/с |                   |                     |
| То же  | Выше 1000 В         | 15 кВ  | То же                              |                   |                     |

| Наименование защитных средств     | Напряжение электроустановки | Испытательное напряжение (в эксплуатации) | Продолжительность, мин | Сроки периодических испытаний | Сроки периодических осмотров |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Изолирующие подставки             | До 10 кВ                    | —   | —                      | —                             | 1 раз в 2 года               |
| Изолирующие накладные: жесткие    | До 10 кВ                    | 20 кВ                                     | 5                      | 1 раз в год                   | То же                        |
| резиновые                         | До 1000 В                   | 3,5 кВ                                    | 1                      | 1 раз в 3 года                | »                            |
| Колпаки диэлектрические резиновые | До 10 кВ                    | 10 кВ                                     | 1                      | То же                         | »                            |

Примечания: 1. Продолжительность испытания штанг и клещей, имеющих изолирующую часть, выполняемую только из фарфора, может быть сокращена до 1 мин.

2. Для указателей напряжения кроме испытаний, приведенных в таблице, определяется напряжение отсчетливо видимого свечения неоновой лампы, которое должно быть не выше 25% от номинального напряжения установки, где указатель допущен к применению.

В исключительных случаях для электроустановок 2 и 3 кВ могут быть допущены указатели с напряжением отсчетливо свечения до 40% номинального напряжения, т. е. 0,8 кВ для электроустановок напряжением 2 кВ и 1,2 кВ для электроустановок напряжением 3 кВ.

Указатели не должны давать свечения от влияния соседних цепей того же напряжения, находящихся под напряжением и отстоящих от испытываемой цепи на следующем расстоянии: до 6 кВ — 150 мм, 10 кВ — 220 мм, выше 10 до 35 кВ — 500 мм.

3. На все испытания защитных средств составляются протоколы, а на каждое защитное средство, выдержавшее испытание, ставятся клейма.

На открытом воздухе и в сырую погоду могут быть использованы изолирующие средства специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях.

На защитные средства, прошедшие испытания, кроме инструмента с изолированными рукоятками, обязательно ставят штамп с номером защитного средства, сроком действия и указанием напряжения электроустановок.

Перед каждым употреблением защитного средства персонал обязан проверить, нет ли внешних повреждений, очистить и обтереть от пыли. Проверяя резиновые перчатки, надо осмотреть, нет ли проколов. Необходимо проверить по штампу, для какого напряжения допустимо применение данного средства и не истек ли срок периодического испытания.

Пользоваться защитными средствами, срок испытания которых истек, запрещается, так как такие средства считаются непригодными. Защитными очками пользуются при замене предохранителей; резке кабеля и вскрытии муфт на кабельных линиях, находящихся в эксплуатации; при пайке, сварке, варке и разогревании мастики и заливке ею кабельных муфт, вводов и т. д.; при работе с электролитом и обслуживании аккумуляторных батарей; при проточке и шлифовке колец и коллекторов; при заточке инструмента и других работах, связанных с опасностью повреждения глаз.

Очки должны быть закрытого типа с боковыми стеклами и иметь вентиляционные отверстия.

Предохранительные пояса предназначаются для предохранения работающего от падения с высоты при работах на опорах или проводах линий электропередачи и на конструкциях или оборудовании распределительных устройств. Для поясов применяется прочный нестягивающийся, негигроскопичный материал. Ширина пояса должна быть не менее 100 мм, а длина — 900—1000 мм. Затягивают пояс ремнями с пряжками. На поясе предусмотрены хорошо укрепленные три ушка (кольца): одно — для закрепления стропы пояса, другое — для застегивания карабина стропы и третье — для закрепления страховочного каната (со стороны спины).

Стропа пояса, предназначенная для захватывания за опоры или конструкции, изготавливается из ремня, цепи

или капронового фала и прикрепляется наглухо к правому ушку. К другому концу стропы прикрепляется наглухо карабин. Длина стропы 1—2 м.

Предохранительные пояса испытываются на механическую прочность периодически через каждые 6 месяцев статической нагрузкой 225 кг в течение 5 мин.

## § 14. БЛОКИРОВКИ

Применение защитных блокировок повышает электробезопасность при ремонтах и обслуживании оборудования электрических установок. В электроустановках напряжением 6 и 10 кВ защитные блокировки чаще

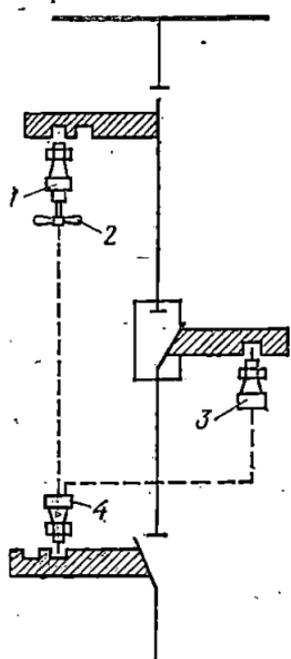


Рис. 7. Механическая блокировка

1, 3, 4 — замки, 2 — ключ блокировки

всего применяются между разъединителями и выключателями для устранения возможности отключения разъединителя при наличии токов нагрузки в отключаемой цепи. Принцип действия такой блокировки основан на невозможности отключения разъединителя при включенном выключателе.

Блокировки по принципу действия подразделяются на механические и электрические. Механические блокировки наиболее распространены, менее сложны по конструкции, бывают замковые и рычажные.

Замковые блокировки осуществляются с помощью специальных замков с ключами, установленных на приводах выключателей и разъединителей; в случае однополюсных разъединителей замки можно устанавливать непосредственно на сетчатых

дверях перед разъединителем. Принцип действия замковой блокировки приведен на рис. 7. Как видно из схемы, все три блокировочных замка открываются одним и тем же ключом 2, нормально находящимся в замке выключа-

теля 1. Вынуть ключ из замка выключателя 1 можно только при отключенном выключателе; при этом привод выключателя будет заперт (заблокирован) в отключенном положении. Вынутым ключом открывают замки, установленные на приводах разъединителей. Если замки 3 и 4 открыты ключом, т. е. можно оперировать соответствующим разъединителем, то ключ в это время находится в замке и не может быть вынут. Если ключ вынут из замка привода разъединителя, то этот привод оказывается в положении «Отключено» или «Включено» и операции с ним проводить не могут.

Для каждой камеры РУНА6-10 кВ предусматриваются замки и ключи со своими «секретами».

Замковая блокировка надежна, но в эксплуатации требует мероприятий, исключаящих коррозию отдельных ее деталей. Она применяется в тех случаях, когда выполнение блокировки более простой конструкции сложно.

## § 15. ПЛАКАТЫ

Плакаты применяются для предотвращения несчастных случаев с электротехническим персоналом при выполнении работ, связанных с монтажом, ремонтом или обслуживанием действующих электроустановок.

Применяемые в электроустановках плакаты по содержанию имеющихся на них надписей и рисунков подразделяются на запрещающие, предостерегающие, напоминающие и разрешающие.

Запрещающие плакаты (рис. 8, а) предназначены для запрещения оперирования коммутационными аппаратами, которыми может быть подано напряжение к участку электроустановки, где в данный момент проводятся работы.

Предостерегающие плакаты (рис. 8, б) служат для предостережения (предупреждения) людей о грозящей им опасности.

Разрешающие плакаты (рис. 8, в) служат для разрешения персоналу выполнять определенные действия в электроустановках в местах, где обеспечена безопасность этих действий.

Напоминающие плакаты (рис. 8, г) напомина-



Рис. 8. Плакаты по технике безопасности:

а — запрещающие, б — предостерегающие, в — разрешающие, г — напоминающие

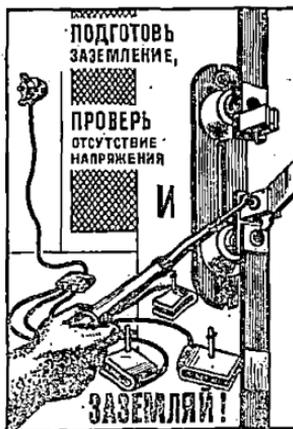
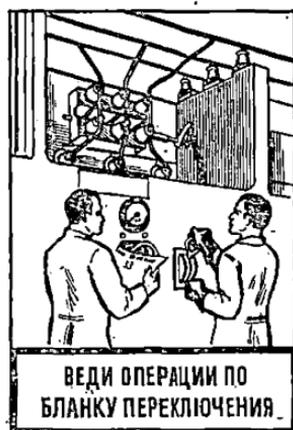


Рис. 9. Образцы плакатов, применяемых в электроустановках

ют персоналу о принятых мерах безопасности на конкретном участке электроустановки.

Кроме приведенных на рис. 8 большую группу составляют плакаты, указывающие персоналу на необходимость принятия конкретных мер предосторожности, исключающих ошибочные действия, могущие привести к несчастным случаям или авариям. Образцы таких плакатов показаны на рис. 9.

Применяемые в электроустановках плакаты должны быть стандартных размеров.

Буквы и рисунки должны быть нанесены черной краской по белому фону плаката, а стрелы — красной краской. Плакат должен иметь красную каемку по всему периметру.

Плакаты бывают постоянные и переносные.

Постоянные плакаты устанавливают на дверях, стенах, сетчатых ограждениях и конструкциях электроустановок.

Постоянные плакаты при помощи трафарета могут быть нанесены несмываемой краской также непосредственно на поверхности строительных конструкций (металлических дверей, бетонных стен и др.) электроустановок.

Переносные плакаты укрепляют на рукоятках приводом отключающих аппаратов (разъединителей, выключателей и др.), которыми при ошибочных включениях может быть подано напряжение на участок, где работают люди, или на заземленный участок электроустановки.

Переносные плакаты применяют, навешивая их на переносные (временные) ограждения токоведущих частей, а также на ограждения мест раскопки кабеля.

### *Контрольные вопросы*

1. Какие виды поражения человека электрическим током вы знаете? 2. Назовите виды электросетей в отношении мер безопасности. 3. Какие схемы электросетей наиболее распространены на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях? 4. Как вы себе представляете защитное заземление? 5. Расскажите, что вы знаете о защитном «занулении». 6. Какие требования предъявляют к заземляющим устройствам? 7. Какие защитные средства называются основными и дополнительными? 8. На какие группы делятся плакаты?

**ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ  
И ОБСЛУЖИВАНИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК,  
СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ  
НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В И ВЫШЕ**

**§ 16. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРСОНАЛУ**

Работники, обслуживающие электроустановки, всегда должны помнить об опасном действии электрического тока и при работе строго выполнять правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

В совхозах, колхозах, на птицефабриках и т. д. ответственность за создание безопасных условий труда, инструктаж и организацию обучения персонала безопасным методам работы, а также контроль за выполнением обслуживающим электротехническим персоналом правил и инструкций по технике безопасности возлагается на главного энергетика хозяйства.

Главный энергетик вместе с обслуживающим персоналом не реже двух раз в год должен проводить осмотр всего электрооборудования, установленного в сельскохозяйственном производстве. После осмотра составляют акт дефектов с указанием сроков их ликвидации.

В своей повседневной работе персонал, обслуживающий электроустановки, должен всегда иметь в виду, что после исчезновения напряжения на установке оно может появиться внезапно, даже при наличии аварии. Поэтому нельзя касаться токоведущих частей или проникать за ограждения, не отключив соответствующий участок.

Проводить работы в действующих электроустановках имеют право только лица, получившие разрешение специальной квалификационной комиссии, которая присваивает соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

Право обслуживания и квалификационная группа подтверждается именным удостоверением установленной формы, которое выдается на руки.

Техническая эксплуатация действующих установок осуществляется электротехническим персоналом, который при поступлении на работу проходит вводный инструктаж по технике безопасности, а на рабочем месте — инструктаж с записью в специальном журнале.

Вводный инструктаж по технике безопасности необходимо провести со всеми рабочими до приема их на работу независимо от профессии, должности и характера будущей работы. Его проводит главный энергетик предприятия в соответствии с методическими указаниями, изложенными в типовых программах по обучению рабочих безопасным приемам работ. На отдаленных участках при приеме местных рабочих вводный инструктаж должен провести начальник участка (района).

Проведение вводного инструктажа оформляется в специальном журнале регистрации вводного инструктажа и обучения по технике безопасности, который хранится у инженера по технике безопасности.

При проведении вводного инструктажа рабочего знакомят с характером данного производства, основами трудового законодательства, правилами внутреннего трудового распорядка, основными причинами травматизма, правилами передвижения внутри предприятия, правилами безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и перевозке грузов, организацией рабочего места, правилами пользования ручным инструментом и с основными правилами безопасности при работе на станках и другом оборудовании, с электробезопасными приемами работ, правилами личной гигиены на производстве, правилами противопожарной безопасности и ответственностью за нарушение правил техники безопасности.

Каждого рабочего перед допуском к работе администрация обязана проинструктировать по технике безопасности непосредственно на рабочем месте.

При производственном инструктаже рабочий знакомится с обязанностями на данном рабочем месте или по данной специальности; порядком содержания рабочего места; приспособлениями и устройствами, а также ограждениями и правилами пользования ими; правилами обращения с электрооборудованием, электроинструментами на данном рабочем месте; правилами пользования защитными приспособлениями и но-

шения рабочей одежды, безопасными методами выполнения работы; всеми опасными моментами в работе, а также правилами поведения в случае создавшегося опасного момента и другими основными правилами, связанными с данным видом работ.

Проведение производственного инструктажа возлагается на непосредственного руководителя работ. Кроме того, нового рабочего прикрепляют к опытному рабочему на стажировку сроком не менее двух недель.

Повторный инструктаж на рабочем месте для всех рабочих необходимо проводить не реже чем через каждые 6 месяцев после предыдущего инструктажа. Инструктирование рабочего заканчивается только после практической проверки освоения безопасных приемов и способов работы непосредственно на рабочем месте.

После инструктирования рабочего по технике безопасности, но не позднее чем в трехмесячный срок со дня зачисления в штат, администрация обязана обучить рабочего технике безопасности на специальном курсе по типовым программам.

Обучение проводится практическими и наглядными методами с применением учебно-тренировочных полигонов. Для этого организуется разбор типичных причин производственного травматизма; демонстрация предметов, приспособлений и инструмента, явившихся причиной травмы; осмотр ограждений, предохранительных приспособлений и др.

Курсовое обучение по технике безопасности считается законченным после прохождения всего курса по утвержденной программе и сдачи экзамена квалификационной комиссией, организуемой главным инженером.

После проверки знаний в зависимости от выполняемой работы или должности работнику присваивают соответствующую группу по технике безопасности.

Квалификационную группу I по технике безопасности присваивают рабочим-электромонтерам, вновь принятым на работу, но еще не прошедшим проверку знания правил техники безопасности, некоторым рабочим неэлектротехнического персонала, обслуживающим электроустановки (электропечи, электротельферы, электрофильтры, компрессоры), и рабочим по уборке электротехнических помещений, лицам, работающим в помещениях и вне их, где при возникновении неблагоприятных условий и отсутствии необходимых знаний по

электробезопасности может появиться опасность поражения электрическим током, а также водителям автомашины с негабаритным грузом, при перевозке которых может возникнуть опасность прикосновения к проводам воздушных линий.

Проверку знаний по электробезопасности работников, имеющих I квалификационную группу по технике безопасности, проводят при назначении на работу, а затем ежегодно. Присваивает I квалификационную группу один человек, ответственный за электрохозяйство предприятия, после проведения инструктажа и проверки знаний по электробезопасности непосредственно на рабочем месте и фиксирует в специальном журнале. Удостоверение работнику с I квалификационной группой не выдается.

Лица, обслуживающие электроустановки распределительных электросетей и имеющие квалификационную группу по технике безопасности II—V включительно, должны изучить правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок применительно к занимаемой должности или выполняемой работе. Для получения практических навыков работники проходят обучение безопасным методам работы на рабочем месте под руководством опытного работника. Срок стажировки в каждом конкретном случае определяет главный специалист хозяйства.

Периодически в соответствии с правилами техники безопасности они проходят проверку знаний в квалификационной комиссии с последующим присвоением определенной квалификационной группы.

Все лица электротехнического персонала по состоянию здоровья должны отвечать определенным медицинским требованиям, для чего при поступлении на работу и затем периодически они проходят медицинский осмотр в установленные сроки.

## **§ 17. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ**

Работы по монтажу электроустановок проводят специальные монтажные организации, находящиеся в ведении как промышленных, так и сельскохозяйственных предприятий.

Небольшие по объему работы по монтажу электрооборудования, а также по ремонту и реконструкции электрических сетей выполняют ремонтные или ремонтно-монтажные бригады электроцехов или отделов предприятий.

Производители ремонтных или ремонтно-монтажных работ осуществляют все мероприятия по технике безопасности и охране труда, включая инструктаж всем работникам по безопасным методам работы. Они же во время работы систематически наблюдают за состоянием и эксплуатацией механизмов, машин, приспособлений и защитных устройств.

Во время ремонтно-монтажных работ мастера или бригады должны обеспечить безопасное проведение электромонтажных работ, контроль за состоянием защитных средств, ограждений, лесов, освещения, выдачей по нормам спецодежды и правильным ее применением рабочими, порядком на рабочем месте, проходах и проездах.

Особенно опасны работы, которые необходимо проводить на высоте.

Для этих работ используются переносные лестницы, леса и мостки с ограждениями (рис. 10), отвечающие требованиям системы стандартов безопасности труда (ГОСТ 12.2.012—75).

Переносные лестницы и стремянки должны иметь устройства, предотвращающие при работе возможность сдвига и опрокидывания. При необходимости верхние концы лестниц должны иметь специальные крючки. Нижние концы лестниц и стремянок должны иметь оковки с острыми наконечниками, а при пользовании ими на твердых полах (асфальтовых, бетонных) — башмаки из резины. Переносные деревянные лестницы и раздвижные лестницы-стремянки длиной более 3 м оборудуются не менее чем двумя металлическими стяжными болта-

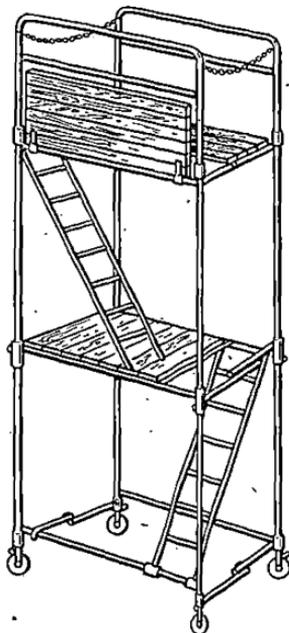


Рис. 10. Инвентарные подмости

ми, устанавливаемыми под ступенями, которые врезаются в тетивы.

Расстояния между ступенями не должны быть более 25 см и менее 15 см.

Леса и мостки должны быть жесткими и иметь крепления, исключающие возможность их смещения. Прогиб настила допустим не более 20 мм при наибольшей нагрузке. Высота поручней должна быть 1 м, а расстояния между стойками поручней — не более 2 м.

Работы, проводимые на высоте 5 м и более с временных монтажных приспособлений или с конструкций, оборудования, машин и механизмов, относятся к разряду работ, выполняемых верхолазами.

Верхолазы проходят специальный медицинский осмотр и только после этого допускаются к работе.

Страховочные канаты и предохранительные пояса являются средствами, предохраняющими от падения с высоты. Приставные деревянные лестницы разрешается применять длиной не более 5 м.

Прежде чем начать работу на высоте, необходимо убедиться в исправности переносных лестниц. Во избежание неустойчивого положения выполнять работу следует стоя на 1 м ниже верхней ступеньки лестницы.

Пользоваться ручной или электрической дрелью с приставной лестницы запрещается, так как при упоре на дрель во время сверления лестница может отойти от стены, на которую она опирается.

Во время работы на лестнице запрещается класть на ступеньки инструменты и материалы, а также находиться на лестнице одновременно двум рабочим.

Если работа с приставных лестниц проводится в проходах или на улице, то необходимо это место оградить или выделить специального человека для предупреждения.

Для выполнения работ с использованием механизированного или электрифицированного инструмента применяют специальные леса или лестницы-стремянки с верхними площадками, которые ограждаются перилами.

Поднимать оборудование; детали или конструкции массой более 20 кг должны двое рабочих, а свыше 50 кг поднимают при помощи блоков, лебедки или автокрана.

При подъеме и перемещении крупногабаритных щитов, камер; блоков следует использовать оттяжки для предотвращения их опрокидывания и раскачивания.

Поднятые на высоту для монтажа различные элементы аппаратуры необходимо немедленно закреплять на своих местах во избежание случайного их падения.

Подъем электрического оборудования с помощью грузоподъемных машин и механизмов разрешается только за специально предназначенные для этого детали (рым-болт, кронштейн и т. д.), так как нарушение этого правила может вызвать падение поднятого груза, повреждение оборудования, а также увечье людей. Перед установкой оборудования необходимо проверить надежность крепления конструкций, на которых его предполагается установить.

При производстве работ по монтажу электрических линий, а также в сетях уличного освещения широко используются автомобильные телескопические вышки. Руководство работами с использованием автовышки осуществляется ответственным лицом.

При всех работах на телескопической вышке бригада должна состоять не менее чем из трех работников, считая водителя. Один из членов бригады, как и водитель, должен находиться внизу, а другой — в корзине автовышки.

В обязанности находящегося внизу работника входит подача команды водителю о подъеме и спуске корзины, предупреждение прохожих об опасности нахождения под корзиной.

Подъем (спуск) инструмента и приспособлений в корзину проводится с помощью сухой веревки, причем один конец ее должен находиться у лица, находящегося в корзине, а другой — у лица, стоящего на земле.

До того как поднять корзину, машину устанавливают на тормоз и упорные аутриггеры, а телескопическую часть запирают в вертикальном положении. При движении автовышки телескопическая ее часть должна находиться в горизонтальном (транспортном) положении.

При работах в сетях уличного освещения передвижение вышки от светильника к соседнему светильнику разрешается с вертикально установленной сложенной телескопической частью при условии отсутствия людей в корзине.

При выполнении работ с телескопической автовышки электромонтер должен стоять на дне корзины и не вставать на ее борта. Корзину телескопической

вышки обязательно надежно изолируют от стойки (телескопа).

Для монтажа воздушных и кабельных линий, электрических машин, трансформаторов применяют различные автомашины и механизмы, которые значительно облегчают труд рабочих и улучшают условия охраны труда. Такелажные работы (перемещение, подъем, спуск) проводятся под наблюдением опытных работников, несущих ответственность за безопасность этих работ. Подработки в возрасте до 18 лет к погрузочно-разгрузочным работам и перемещениям тяжестей, а также к управлению грузоподъемными машинами не допускаются.

При такелажных работах все рабочие должны быть обеспечены необходимыми приспособлениями и механизмами, облегчающими работу по поднятию и перемещению тяжестей.

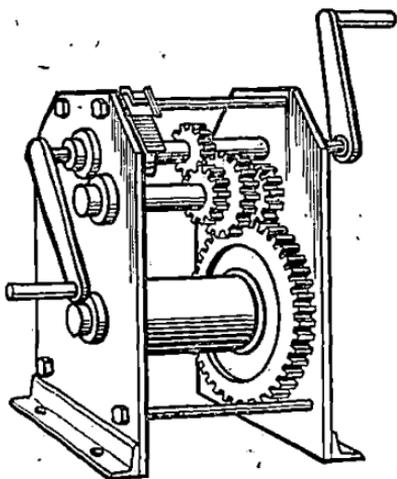


Рис. 11. Барабанная лебедка

Чаше всего для подъема и перемещения различных тяжестей используют лебедки с ручным или электрическим приводом, ручные тали и блоки; а также автомобильные краны и погрузчики.

Ручные лебедки бывают барабанные и рычажные (рис. 11 и 12).

Кроме лебедок для подъема и спуска тяжелого электрооборудования пользуются простейшими грузоподъемными приспособлениями: блоками, таями и домкратами.

Ручные тали — это переносные грузоподъемные механизмы с цепным приводом и тормозным устройством. Они выпускаются грузоподъемностью до 3 т и высотой

подъема до 3 м. При длительном пользовании ручными таями опасность возникает тогда, когда произошел износ звездочки и вытяжка звеньев цепи. Это может привести к срыву груза при резких рывках и опасным перенапряжениям в крепящих (чалочных) цепях и канатах.

Во время подъема или опускания груза при рывке может произойти ослабление чалочного каната и соскальзывание его с крюка. Во избежание этого применяют безопасный крюк с замком (рис. 13).

Все вспомогательные грузозахватные приспособления

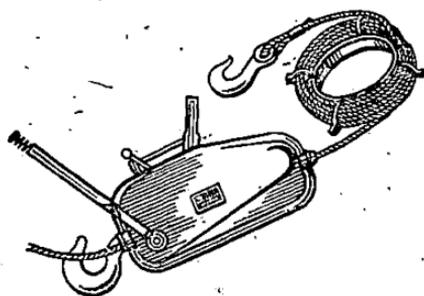


Рис. 12. Рычажная лебедка

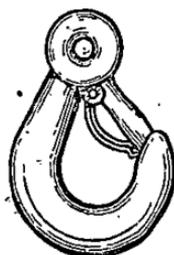


Рис. 13. Безопасный крюк с замком

(чалочные канаты, цепи), а также рабочие элементы (ковши, контейнеры, бадьи и др.) подлежат специальному освидетельствованию после их изготовления или ремонта и подвергаются периодическим осмотрам и испытаниям.

При монтаже аккумуляторных установок возникает дополнительная опасность ожогов растворами кислоты или щелочи, а также опасность взрыва газа, образующегося в процессе зарядки батареи (гремучий газ).

Чтобы не было взрыва газа, за 1,5—2 ч до начала работ в помещении, где установлены батареи, включают приточно-вытяжную вентиляцию.

При работах с кислотой и щелочью обязательно следует надевать кислотостойкий костюм (из грубой шерсти), защитные очки, резиновые перчатки, а брюки костюма обязательно заправлять поверх голенищ резиновых сапог.

В случае ожога кислотой части тела необходимо промыть струей холодной воды и нейтрализовать 5%-ным раствором соды, а при ожоге щелочью — промыть струей воды и нейтрализовать это место раствором борной кислоты.

Переносить бутылки с кислотой (щелочью) надо вдвоем на специальных носилках, в которых бутылка надежно закрепляется. Кислоту (щелочь) разливают по аккумуляторным банкам из бутылки при помощи специального устройства, в котором бутылка закрепляется и может поворачиваться вокруг горизонтальной оси. Во время составления кислотного электролита раствор сильно нагревается и разбрызгивается. Поэтому при составлении раствора кислоту тонкой струей следует вливать в сосуд с дистиллированной водой (а не наоборот) и постоянно его перемешивать.

Если раствор составляют в стеклянной посуде, необходимо соблюдать осторожность, так как при нагревании раствора стекло может треснуть.

При производстве работ на столбовых (мачтовых) подстанциях необходимо соблюдать следующие меры предосторожности. Перед поднятием или опусканием трансформатора нужно убедиться в прочности крепления и состоянии деревянных балок конструкции подстанции. Работу по подъему (опусканию) трансформатора ведут с помощью специальных приспособлений.

Совершенно недопустимо находиться под трансформатором или поддерживать его руками во время подъема или опускания, а также подбрасывать инструмент для подачи его работающему на площадке подстанции. Подают детали или инструмент при помощи веревки, один конец которой должен быть у рабочего, находящегося на верхней площадке, а другой — у стоящего внизу работника, который удерживает поднимаемые предметы от раскачивания.

#### **§ 18. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ И ОБСЛУЖИВАНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

Электрическими установками являются такие установки, в которых производится, преобразуется, распределяется и потребляется электроэнергия. К таким установкам относятся помещения электростанций и генераторов, преобразователей и трансформаторов, распределительные устройства и щитки, электродвигатели, электропечи и электроосвещение, которые находятся в работе или не работают в данное время, но находятся в «горячем» резерве и могут быть в любое время включены в работу.

Действующими установками считаются такие установки, которые полностью или частично находятся под напряжением или на которые в любой момент может быть подано напряжение путем включения коммутационной аппаратуры.

Те же установки, которые не находятся под напряжением и для включения которых под напряжение необходимо выполнить несколько операций (снятие ограждений, плакатов с приводов аппаратуры включения; установка предохранителей), называются *недействующими электроустановками*. Недействующими электроустановками считаются и такие, которые находятся в монтаже и на них невозможно подать напряжение.

*Открытыми, или наружными* электроустановками называются такие установки, которые находятся на открытом воздухе. К ним относятся воздушные и кабельные линии электропередач, сети уличного освещения, открытые распределительные устройства (ОРУ), столбовые подстанции. Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями, также считаются наружными.

*Закрытыми, или внутренними*, электроустановками называются такие установки, которые находятся в закрытом помещении. К ним относятся распределительные устройства закрытых подстанций (ЗРУ), силовые сборки, электрооборудование в помещениях, вводы кабельных и воздушных линий электропередач, находящиеся внутри помещений.

Во время эксплуатации действующих электрических установок периодически в соответствии с правилами технической эксплуатации необходимо проводить плановый, профилактический ремонт, а также проверку и испытание изоляции электрических машин, аппаратов и оборудования, кабелей, воздушных линий; наладку пусковой аппаратуры и т. д. Помимо плановых иногда возникает необходимость проведения небольших по объему работ, связанных с предупреждением или ликвидацией аварий, а также мелких неисправностей.

В соответствии с требованиями правил техники безопасности все эти работы, проводимые в действующих электроустановках (подстанции, распределительные пункты, кабельные и воздушные линии), в отношении мер безопасности делятся на следующие категории работ:

выполняемые при полном снятии напряжения;  
то же, при частичном снятии напряжения;  
то же, без снятия напряжения и проводимые вблизи  
и на токоведущих частях, находящихся под напряжением;

то же, без снятия напряжения и проводимые вдали  
от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Работой при полном снятии напряжения считается такая работа, которая проводится в открытой электроустановке или в электроустановке, расположенной в отдельном помещении, где со всех токоведущих частей снято напряжение и где нет незапертого входа в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением выше 1000 В. Если в этом помещении есть сборки под напряжением до 1000 В, то они могут оставаться на время работы под напряжением.

Эффективной мерой безопасности при ремонте электроустановок считается отключение напряжения с той части установки, на которой выполняется работа. Поэтому все работы, как правило, следует выполнять при полностью снятом напряжении.

Работой с частичным снятием напряжения считается такая работа, которая проводится в открытой электроустановке или в электроустановке, расположенной в отдельном помещении, где снято напряжение только с тех присоединений или их участков, на которых выполняется работа или где напряжение полностью снято, но есть незапертый вход в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением выше 1000 В.

Работа на установках, которые находятся под напряжением, разрешается как исключение при соблюдении соответствующих мер предосторожности и требований по технике безопасности.

Работами без снятия напряжений вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением, считаются такие работы, которые требуют принятия специальных технических или организационных мер, предотвращающих возможность приближения работающих людей к токоведущим частям на недопустимо малые расстояния (в установках до 15 кВ — ближе 0,7 м), или работы, проводимые непосредственно на токоведущих частях с помощью специальных изолирующих защитных средств и приспособлений.

На месте производства работ должны быть отключены токоведущие части, на которых проводятся работы; токоведущие части, к которым по условиям производства работ возможно случайное прикосновение или приближение на расстояние менее 0,7 м (до 15 кВ).

Если токоведущие части отключить нельзя, то они должны быть ограждены. При установке временных (переносных) ограждений расстояние между ограждением и токоведущими частями должно быть не менее 35 см (на установках напряжением до 15 кВ).

Работами без снятия напряжения, выполняемыми вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, считаются такие работы, при которых исключено случайное приближение к токоведущим частям на опасное расстояние работающих людей и используемых ими машин и механизмов. В этом случае не требуется принятия специальных технических и организационных мероприятий для предотвращения такого приближения.

Во всех случаях до начала вышеперечисленных ремонтных работ должны быть выполнены технические и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

#### **§ 19. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

*Техническими мероприятиями* являются такие мероприятия по технике безопасности, которые обеспечивают безопасное производство работ в действующих электроустановках.

Для подготовки рабочего места при работах с частичным или полным снятием напряжения должны быть выполнены в указанной последовательности следующие технические мероприятия:

сделаны необходимые отключения на участке, где будут проводиться работы, и приняты меры против ошибочного включения напряжения к месту работы или самопроизвольного включения аппаратуры (для этого используют замки, блокировки, запоры);

вывешены предупредительные плакаты «Не включать — работают люди»; «Не включать — работа на линии» и установлены при необходимости временные ограждения;

присоединено к заземляющей шине переносное заземление; проверено, нет ли напряжения на токоведущих частях, на которые должно быть наложено переносное заземление;

наложены (сразу же после проверки отсутствия напряжения на токоведущих частях) переносные заземления или включены заземляющие ножи, имеющиеся в распределительном устройстве;

ограждено рабочее место и вывешены предупредительные плакаты «Работать здесь», «Влезать здесь». При необходимости ограждают оставшиеся под напряжением токоведущие части и вывешивают плакаты «Стоять — высокое напряжение», «Не влезай — убьет».

Электрооборудование, на котором выполняют ремонтные работы, должно быть отключено со всех сторон, откуда может быть подано напряжение. Отключение выполняется так, чтобы был виден разрыв электрической цепи. Для этого следует отключить разъединители, выключатели нагрузки, вынуть предохранители и т. д. Силовые и измерительные трансформаторы отключают со стороны высшего и низшего напряжений во избежание обратной трансформации.

Отключать необходимо не только те электроустановки, на которых проводятся работы, но и те, которые находятся от работающих на расстоянии менее 0,7 м при напряжении до 15 кВ и 1 м — до 35 кВ.

Отключают электрооборудование напряжением до 1000 В рубильником, контакторами, автоматическими выключателями. Во избежание ошибочного включения этих аппаратов должны быть приняты меры (вывешивание плакатов «Не включать — работают люди», запирающие приводов, установка изолирующих прокладок между контактами или отсоединение проводов).

На рукоятках приводов выключателей и разъединителей или на ключах управления, с помощью которых может быть подано напряжение к месту работы, необходимо вывешивать запрещающие плакаты с надписью «Не включать — работают люди». Если однополюсные разъединители включаются оперативной штангой, то этот плакат вывешивают на ограждении ячейки. При ремонте воздушной или кабельной линии на приводе линейного разъединителя вывешивают плакат «Не включать — работа на линии».

Токоведущие части, находящиеся под напряжением

и доступные случайному прикосновению рабочими во время выполнения работ, ограждают переносными ограждениями, на которых вывешивают плакаты «Стоять — опасно для жизни» для установок до 1000 В и «Стоять — высокое напряжение» для установок напряжением выше 1000 В.

Временными ограждениями могут служить специальные сплошные и решетчатые деревянные ширмы, щиты, изделия из миканита, резины и других изоляционных материалов в сухом состоянии, хорошо укрепленные или прочно установленные.

В электроустановках напряжением до 15 кВ в случаях особой необходимости по условиям работ ограждение может касаться частей, находящихся под напряжением.

Если работу выполняют на высоте (на конструкциях распределительного устройства), то плакатом «Влезать здесь» указывается место подъема вверх.

Отсутствие напряжения в электроустановках напряжением до 1000 В проверяют токоискателем или переносным вольтметром, а в установках напряжением выше 1000 В — указателем напряжения. Применяемые токоискатель, вольтметр и указатель напряжения должны быть рассчитаны на номинальные напряжения. На основании стационарных приборов и сигнальных устройств нельзя делать заключение об отсутствии напряжения, так как они могут быть неисправны. Если же эти приборы указывают наличие напряжения, то приближение к токоведущим частям установки недопустимо.

Непосредственно перед применением указателя напряжения для проверки отсутствия напряжения необходимо проверить его исправность путем приближения к токоведущим частям, расположенным вблизи и заведомо находящимся под напряжением. При отсутствии поблизости токоведущих частей, которые находятся под напряжением, допускается предварительная проверка указателя в другой электроустановке. Но если во время пути проверенный таким путем указатель напряжения был уронен или подвергался ударам, то применять его без повторной проверки запрещается.

Отсутствие напряжения у отключенного оборудования проверяют на всех фазах, а у выключателей и разъединителей — на всех шести вводах (зажимах).

При проверке отсутствия напряжения на воздушных линиях до 20 кВ, производимой с деревянных опор или с лестниц, указатель напряжения необходимо заземлить, иначе он не действует, несмотря на наличие напряжения.

Переносные заземления, предназначенные для защиты работающих людей от поражения током в случае ошибочной подачи напряжения, накладываются на токоведущие части всех фаз отключенного для производства работ участка данной электроустановки, на все ее присоединения, по которым может быть подано напряжение. Переносные заземления являются самыми надежными мерами защиты работающих от ошибочно поданного напряжения. Достаточным является наложение с каждой стороны одного комплекта заземления.

В закрытых распределительных устройствах переносные заземления должны накладываться на отключенные токоведущие части в установленных для этого местах. Эти места очищаются от краски и должны быть обозначены черными полосами, а места для присоединения переносных заземлений к заземляющей проводке (к «земле») должны быть очищены от краски и приспособлены для закрепления струбины переносного заземления или болтового зажима («барашка»).

Операции по наложению переносных заземлений разрешается выполнять оперативному персоналу с квалификационной группой не ниже IV с участием второго лица с квалификационной группой не ниже III. При единичном обслуживании электроустановки разрешается одному лицу (с квалификационной группой не ниже IV) устанавливать переносные заземления в установках напряжением до 1000 В, а также включать и отключать заземляющие ножи в распределительных устройствах напряжением выше 1000 В и накладывать переносные заземления на выводы отключенных воздушных линий напряжением до 35 кВ. Накладывают переносные заземления в резиновых перчатках при помощи штанги.

Во всех случаях заземление следует накладывать сразу после проверки отсутствия напряжения, причем перед проверкой наконечник переносного заземления должен быть уже присоединен «к земле» (заземляющей проводке).

Снимают переносное заземление в обратном порядке, т. е. сначала штангой в диэлектрических перчатках

отсоединяют концы заземления от токоведущих частей, а затем отсоединяют конец от заземляющей проводки («земли»). В установках до 1000 В наложение и снятие переносных заземлений разрешено выполнять руками (не штангами) в диэлектрических перчатках.

## § 20. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Для обеспечения безопасного производства работ в действующих электроустановках необходимо до начала работ провести определенные организационные мероприятия, которые являются обязательными как в закрытых, так и в открытых электроустановках.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасное проведение работ в электроустановках, являются оформление работ нарядом или распоряжением; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе и переходов на другое рабочее место, а также оформление окончания работ.

Все работы в электроустановках, как правило, проводятся по наряду или устному распоряжению.

Наряд — это письменное распоряжение на производство работ в электроустановках, в котором указаны конкретное место работы, время начала и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, которые несут ответственность за безопасное производство работ.

По наряду должны проводиться работы с полным или частичным снятием напряжения с электроустановки, а также те работы, которые выполняются без снятия напряжения, вблизи или на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

Наряд в двух экземплярах заполняют четко чернилами и один экземпляр выдают исполнителю работ, другой остается у лица, выдавшего наряд, или в оперативной службе.

Без наряда, по устному распоряжению, могут выполняться работы без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, а также кратковременные и небольшие по объему работы со снятием и без снятия напряжения. Эти работы выполняет оперативный (дежурный) персонал.

Ответственными за безопасное производство работ в электроустановках являются следующие лица:

человек, выдающий наряд или отдающий распоряжение;

ответственный руководитель работ;  
производитель работ;  
допускающий.

Право на выдачу наряда предоставляется по распоряжению главного инженера (энергетика) начальнику электроцеха, начальнику службы эксплуатации, мастеру-электрику. Эти лица должны иметь квалификационную группу V, а в установках до 1000 В — не ниже IV группы. Лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение, отвечает за необходимость данной работы и возможность ее безопасного проведения, за достаточность квалификации руководителя, исполнителя работ и членов бригады.

Ответственный руководитель работ, как и другие ответственные лица, назначается распоряжением главного инженера предприятия из технического персонала с квалификационной группой не ниже V при ответственных работах в электроустановках напряжением выше 1000 В. Он несет ответственность за состав бригады и достаточность квалификации рабочих, за полное выполнение мер безопасности для производства работ и за правильность включения линии под напряжение после окончания работ.

При работах с полным снятием напряжения, а также при работах по наряду в установках до 1000 В и работах, выполняемых по распоряжению, назначение ответственного руководителя не обязательно.

В этих случаях состав бригады определяет лицо, выдающее наряд или распоряжение, а обязанности ответственного руководителя выполняет производитель работ.

Производителем работ назначается работник из числа технического персонала (мастер, бригадир) с квалификационной группой не ниже IV, а в установках до 1000 В — не ниже III. Он принимает рабочее место от допускающего и отвечает за правильность подготовки рабочего места, за выполнение необходимых для производства работ мер безопасности, исправное состояние инструмента и защитных средств, а также за точное соблюдение правил техники безопасности членами бригады.

Производителями работ, выполняемых по распоря-

жению вдали от токоведущих частей и находящихся под напряжением, могут назначаться лица с квалификационной группой не ниже III.

Производители работ назначаются распоряжением по предприятию (энергослужбе, району распределителей).

Допускающим является лицо оперативного (дежурного) персонала с квалификационной группой не ниже IV, а в установках до 1000 В — не ниже III. Этот работник выполняет все предписанные нарядом на производство работ меры безопасности по подготовке рабочего места, т. е. отключает ремонтируемое оборудование, устанавливает ограждение, плакаты, переносные заземления и т. д. Он полностью несет ответственность за правильность выполнения необходимых для допуска и производства работ мер безопасности, их достаточность и соответствие характеру и месту работы, а также правильность допуска к работе. После окончания работ он принимает рабочее место, т. е. осматривает данную установку и проверяет, закончена ли полностью работа, не оставлены ли на месте работ инструменты, приспособления, и оформляет окончание работ в наряде.

Иногда работы в действующих электроустановках выполняют строительные рабочие, чернорабочие, такелажники и другие лица из числа неэлектротехнического персонала. Для надзора за такими бригадами при выполнении ими работ в электроустановках назначается наблюдающий. Он принимает рабочее место от допускающего, а если подготовка рабочего места по условиям работы не требуется, то наблюдающий сам допускает бригаду к работе. Наблюдающий отвечает за правильность подготовки рабочего места и за выполнение необходимых для производства работ мер безопасности и несет ответственность за безопасность работающих от поражения электрическим током электроустановки, следит за тем, чтобы установленные на месте работ ограждения, плакаты, заземления не снимали и не переставляли. Наблюдающими назначают лиц с квалификационной группой не ниже IV при работах с частичным снятием напряжения, без снятия напряжения вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением. Если работа проводится с полным снятием напряжения и без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, то наблю-

дающий может иметь квалификационную группу не ниже III.

При работе в действующих электроустановках каждый член бригады несет ответственность за соблюдение им лично правил техники безопасности и инструктивных указаний, полученных при допуске к работе и во время работы.

Правилами техники безопасности разрешается одному из ответственных лиц (выдающему наряд, ответственному руководителю работ, производителю работ, допускающему) совмещать обязанности двух лиц, имея при этом соответствующую квалификационную группу. Так, например, лицо, выдающее наряд, может исполнять обязанности ответственного руководителя работ, а при работах по распоряжениям в электроустановках напряжением до 1000 В с разрешения лица, отдавшего распоряжение, производитель работ может выполнять обязанности допускающего.

Наряд на производство работ в действующих электроустановках выписывают в двух экземплярах, один из которых должен находиться у производителя работ, а другой — у дежурного данной установки или у лица, выдавшего наряд. В оперативном журнале отмечается время начала и окончания работ с указанием номера наряда.

Производителю работ может быть выдан только один наряд на одну бригаду и на одно рабочее место. Бригада, работающая по наряду, по численности должна состоять не менее чем из двух лиц, включая производителя работ.

Допуск бригады к производству работ является ответственным моментом выполнения организационных мероприятий. Перед допуском ремонтной бригады к работе допускающий вместе с ответственным руководителем и производителем работ проверяют выполнение всех мер по подготовке места работы, указанных в наряде. Допуск заключается в том, что допускающий проверяет, соответствуют ли состав бригады и квалификация включенных в нее лиц указанным в наряде. Затем прочитывает по наряду фамилии ответственного руководителя, производителя работ и членов бригады, объясняет содержание работы, где снято напряжение, где установлены переносные заземления, какие части электроустановки остались под напряжением, указывает место работы и до-

казывает сначала указателем напряжения, а затем касаясь рукой, отсутствие напряжения на токоведущих частях. При этом допускающий дает необходимый инструктаж об особенностях работы в данной электроустановке в отношении мер безопасности и вручает производителю работ один экземпляр оформленного наряда. В том случае, когда производитель работ является одновременно и допускающим, проверку выполнения всех мер безопасности, указанных в наряде по подготовке места работы, он выполняет совместно с одним из членов бригады, имеющим квалификационную группу не ниже III и обученным правилам подготовки рабочих мест.

Надзор во время работы бригады с момента ее допуска в целях предупреждения нарушений требований правил техники безопасности возлагается на производителя работ или наблюдающего, который должен находиться неотлучно с бригадой.

Производитель работ должен организовать свою работу, а наблюдающий — наблюдение так, чтобы постоянно осуществлять надзор за членами бригады в отношении их безопасности. Не разрешается на месте работ оставаться одному члену бригады, а также одному производителю работ.

В процессе выполнения таких работ, как регулировка выключателей, прозвонка электрических цепей, измерение сопротивления изоляции и др., может возникнуть необходимость пребывания электромонтеров (или одного электромонтера) из состава бригады в разных помещениях. Это разрешается лицам, имеющим квалификационную группу не ниже III, при условии проведения дополнительного инструктажа по технике безопасности производителем работ. В таких случаях исполнитель работ остается в том месте, где имеется наибольшая необходимость в надзоре за бригадой с его стороны.

Если производителю работ необходимо отлучиться, а ответственный руководитель работы, допускающий или лицо, выдавшее наряд, не может его подменить, то он должен прекратить работу и вывести бригаду из помещения электроустановки и запереть дверь.

Сам производитель работ может принимать личное участие в работе бригады, если работа выполняется с полным снятием напряжения с данной электроустановки. Если работу выполняют с частичным снятием напря-

жения, то производитель работ может принимать непосредственное участие в работе лишь в тех случаях, когда число членов бригады, включая и его, не превышает четырех человек в закрытых и пять человек в открытых электроустановках.

Наблюдающему во всех случаях не разрешается принимать личное участие в работе бригады, так как он должен вести только надзор за рабочими и не допускать нарушения правил техники безопасности.

Перерывы в работе на время обеда в наряде не оформляются. На это время бригада удаляется с места работы, помещение запирают, наряд и ключ от помещения остаются у производителя работ или наблюдающего. Никто из членов ремонтной бригады не имеет права войти в помещение ремонтируемой электроустановки без производителя работ или наблюдающего.

Ответственный руководитель работ и оперативный персонал, обслуживающие электроустановку, в которой проводятся работы, должны периодически проверять соблюдение работающими правил техники безопасности. При обнаружении нарушения правил техники безопасности или выявлении других обстоятельств, угрожающих безопасности работающих, у производителя работ отбирают наряд, а бригаду удаляют с места работы. После устранения обнаруженных неполадок или нарушений бригада вновь может быть в общем порядке допущена к работе оперативным персоналом данной электроустановки в присутствии ответственного руководителя работ с оформлением допуска в наряде.

По окончании рабочего дня при неоконченной работе рабочее место должно быть убрано, а установленные ограждения, переносные заземления и плакаты остаются на местах. Наряд сдают оперативному персоналу. Допуск к работе на следующий день может быть осуществлен только после осмотра рабочего места оперативным персоналом совместно с производителем работ с проверкой условий безопасности и оформлением допуска в наряде и оперативном журнале соответствующими записями. С разрешения допускающего оформление окончания работ предыдущего дня и допуска к прерванным работам на следующий день может быть выполнено производителем работ без присутствия допускающего. Наряд и ключи разрешается при этом не сдавать до полного окончания работ.

После окончания всех работ по наряду рабочее место должно быть убрано ремонтной бригадой и осмотрено ответственным руководителем, который после вывода бригады из электроустановки расписывается в наряде об окончании работ и сдает его оперативному персоналу.

По указанию дежурного оперативной службы или лица, выдающего наряд, допускающий снимает наложенные переносные заземления, восстанавливает схему и включает отключенный участок электросети или электрооборудования, сообщает об этом лицу, от которого получено распоряжение о включении. Если ко времени окончания работ допускающий не может прибыть на место выполняемых работ, то производитель с его разрешения делает запись в наряде об окончании работ. Наряд должен быть не позднее следующего дня отдан допускающему, дежурному оперативной службы или лицу, выдавшему наряд.

Наряд закрывает соответствующей записью лицо оперативного персонала после осмотра ремонтируемого электрооборудования, проверки отсутствия на рабочем месте людей, посторонних предметов, инструментов и чистоты убранного рабочего места. Закрывают наряд после снятия переносных заземлений, удаления временных ограждений и установки на место постоянных ограждений и снятия всех вывешенных до начала работ плакатов. Включают установку только после закрытия наряда.

Закрытые наряды хранят один месяц для контрольной проверки.

Оперативный персонал до возвращения производителем работ наряда с отметкой о полном окончании работ не имеет права включать выведенное для ремонта электрооборудование или электросеть. В аварийных случаях при необходимости такого включения оперативный персонал может включить электрооборудование в отсутствие бригады без получения наряда обратно при соблюдении следующих условий:

временные ограждения, заземления и плакаты должны быть сняты;

постоянные ограждения установлены на место;

плакаты «Работать здесь» должны быть заменены плакатами «Стоять — высокое напряжение»;

до прибытия производителя работ и возвращения им

наряда в местах выполнения работ должны быть представлены люди для предупреждения производителя работ и членов бригады о том, что включена электроустановка и возобновление работ недопустимо.

Иногда отдельные виды работ в действующих электроустановках выполняют без наряда по распоряжению с записью в оперативный журнал. Эти работы имеют разовый характер и действуют не более суток.

По распоряжению выполняют следующие работы без снятия напряжения и вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением:

— работа по уборке и благоустройству территории открытых распределительных устройств (уборка, скашивание травы, расчистка от снега дорог, проездов и проходов, транспортировка машин, механизмов и грузов, погрузочно-разгрузочные работы);

— работа по уборке коридоров и служебных помещений закрытых распределительных устройств, уборка помещений щитов управления;

— работы по ремонту осветительной аппаратуры и замене ламп, расположенных в распределительных устройствах вне ячеек и камер;

— работы по выполнению надписей на кожухах и ограждениях;

— работа по уходу за щетками, а также их замене на электродвигателях;

— работы по ремонту строительной части зданий закрытых распределительных устройств и зданий, расположенных на территории открытых распределительных устройств;

— работы по ремонту дорог, перекрытий, кабельных каналов, заборов;

— работы по монтажу, проверке, регулировке, снятию для ремонта и установке измерительных приборов, работы в приводах выключателей, проводимые в помещениях электроустановок, где нет токоведущих частей напряжением выше 1000 В или где токоведущие части напряжением выше 1000 В находятся за постоянным ограждением;

— работы в коридорах управления распределительных устройств, где неогражденные токоведущие части, расположенные над проходом на высоте не менее 2,5 м при напряжении до 10 кВ включительно и 2,75 м до 35 кВ включительно;

работы в шкафах релейной защиты открытых распределительных устройств, вынесенных за сетчатое ограждение.

Эти работы может выполнять по распоряжению одно лицо оперативного персонала или не менее двух лиц ремонтного персонала с квалификационной группой производителя работ не ниже IV с записью в оперативном журнале.

Помимо перечисленных работ в случае производственной необходимости разрешается оперативному персоналу или под его наблюдением без наряда по распоряжению выполнять небольшие и непродолжительные работы (до 1 ч) как со снятием, так и без снятия напряжения.

Так, со снятием напряжения и наложением заземления разрешается присоединение (отсоединение) кабеля, питающего электродвигатель, переключение ответвлений (анцапф) у силового трансформатора, подтяжка контактов на щитах и оборудовании, доливка масла в аппараты. Эти работы проводят не менее двух лиц с квалификационной группой не ниже III.

Без снятия напряжения на токоведущих частях, находящихся под напряжением, без установки переносных заземлений разрешаются работа на кожухах, оборудования, измерения нагрузки токоизмерительными клещами, проверка штангой с помощью куска воска нагрева контактов, доливка и взятие проб масла и др.

Эти работы выполняются двумя лицами, включая лицо оперативного персонала с квалификационной группой не ниже IV, которое осуществляет непрерывный надзор за работающим. При этих работах выполняются все необходимые мероприятия для обеспечения безопасности.

## **§ 21. ОПЕРАТИВНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В**

Техническая эксплуатация действующих электроустановок осуществляется электротехническим персоналом, который периодически проходит медицинский осмотр и проверку знаний по правилам техники безопасности в квалификационной комиссии.

Оперативное обслуживание действующих электроустановок проводится лицами оперативного (дежурного) или оперативно-ремонтного персонала. К этому персоналу относятся мастера, старшие электромонтеры, бригадиры ремонтных бригад, ответственные дежурные по электрохозяйству, электромонтеры дежурных смен электросетей, помощники электромонтеров и другие лица, имеющие квалификационные группы по технике безопасности II—V.

Под оперативным обслуживанием понимается производство оперативных переключений, подготовка рабочих мест и допуск к работам, надзор за эксплуатацией оборудования, выполнение некоторых эксплуатационных работ (уборка, доливка масла в маслонаполненные аппараты, отбор проб масла, измерения и т. д.).

Оперативное обслуживание электроустановок может осуществляться местным, закрепленным за данной электроустановкой оперативным (дежурным) электротехническим персоналом, а в установках без постоянного дежурного персонала — выездным, закрепленным за группой электроустановок оперативно-ремонтным персоналом.

Круг обязанностей, права и ответственность дежурного персонала, обслуживающего оборудование подстанций и сетей, должны быть определены в должностных инструкциях. Обслуживающий персонал должен работать по графику дежурств, утвержденному главным инженером (энергетиком) предприятия.

Все распоряжения, отдаваемые дежурным персоналом в отношении переключений и производства работ на электроустановках, должны соответствовать правилам техники безопасности при эксплуатации данного вида установки.

Дежурный персонал во всех случаях отклонения от правил техники безопасности, замеченных им в электрических устройствах или в поведении людей, обязан немедленно принимать необходимые меры и ставить в известность руководящий персонал.

При оперативном обслуживании электроустановок предприятий, совхозов, колхозов предусматриваются периодические и внеочередные осмотры действующих силовых и осветительных электроустановок, генераторов, электродвигателей, трансформаторов, токоведущих частей и коммутационной аппаратуры распределительных устройств, кабельных и воздушных линий, приборов ре-

лейной защиты и контрольно-измерительных. Предусматривается также и производство необходимых оперативных переключений, некоторых видов внеплановых и аварийных ремонтов и профилактических испытаний.

Во время осмотра электрооборудования запрещается выполнять какие-либо работы, за исключением работ, связанных с предупреждением аварии или несчастного случая.

Лица оперативного персонала, единолично обслуживающие электроустановку, и старшие в дежурной смене или бригаде, за которой закреплена данная электроустановка, должны иметь квалификационную группу не ниже IV. На воздушных переключательных пунктах, на столбовых подстанциях распределительных сетей при наличии не более трех подходящих воздушных линий операции с разъединителями с механическим приводом и выключателями разрешается проводить одному лицу оперативного персонала с квалификационной группой не ниже IV.

Электроустановки напряжением выше 1000 В имеет право осматривать один человек из административно-технического персонала с квалификационной группой V, а из оперативного персонала с квалификационной группой не ниже III. При осмотре электроустановки одним лицом запрещается проникать за ограждения, входить в камеры распределительного устройства, не имеющие барьеров. Осматривать камеру следует с порога или стоя перед барьером.

Осмотр камеры закрытых распределительных устройств с заходом за ограждение при необходимости разрешается одному лицу с квалификационной группой не ниже IV при условии, что в проходах расстояние от пола до нижних фланцев изоляторов трансформатора или фланцев изоляторов других аппаратов не менее 2 м, а до неогражденных токоведущих частей — не менее 2,5 м при напряжении до 10 кВ и 2,75 м при напряжении до 35 кВ.

Если эти расстояния меньше указанных, то вход за ограждения допускается только в присутствии второго лица с квалификационной группой не ниже III. Это лицо необходимо для наблюдения за действиями человека, вошедшего в камеру распределительного устройства, для предупреждения его об опасности приближения к

токоведущим частям, а также для оказания ему помощи в случае поражения электрическим током.

Выполнение каких-либо работ при осмотре электроустановки запрещается.

В случае обнаружения во время осмотра замыкания на «землю» какой-либо токоведущей части электроустановки запрещается приближаться к месту такого замыкания на расстояние менее 4—5 м в закрытых распределительных устройствах и 8—10 м на открытой части подстанций во избежание поражения шаговым напряжением. При необходимости приближения к этому месту на меньшие расстояния для оказания помощи пострадавшему или для выполнения операций с коммутационной аппаратурой следует пользоваться защитными средствами (изолирующая штанга, диэлектрические боты, галоши и др.).

В электроустановках напряжением выше 1000 В силовые трансформаторы, электродвигатели, батареи статических конденсаторов, а также кабельные и воздушные линии включаются и отключаются с помощью масляных или воздушных выключателей, выключателей нагрузки и разъединителей.

Масляным выключателем можно отключать не только токи нагрузки, но и большие токи коротких замыканий.

Выключатель нагрузки рассчитан на отключение только номинальных токов нагрузки, а разъединитель рассчитан на отключение и включение цепи, уже разомкнутой масляным выключателем. Таким образом, видно, что основное назначение разъединителя — снимать напряжение с электрооборудования при отключенной нагрузке. При отсутствии в цепи масляного выключателя разъединителями разрешается отключать и включать небольшие токи нагрузки. Включать и отключать разъединители изолирующей штангой разрешается только в диэлектрических перчатках.

Категорически запрещаются установка и снятие предохранителей под нагрузкой и под напряжением.

Оперативные переключения в распределительных устройствах выполняются по распоряжению или с ведома вышестоящего дежурного персонала (старшего электрика, энергетика), в ведении которого находится данное электрооборудование. Только в случаях, когда нельзя медлить (пожар, поражение человека электрическим током, ликвидация аварии) и ждать распоря-

жений на переключения, допускается переключение без ведома вышестоящего дежурного, но с последующим его уведомлением и записью в оперативном журнале.

В распределительном устройстве напряжением выше 1000 В сложные переключения должны выполнять два лица, причём старший по должности контролирует выполнение операций вторым лицом. В таких установках переключения проводятся без бланка переключений при наличии действующих блокировочных устройств, исключающих неправильные операции с разъединителями и заземляющими ножами в процессе всех операций; по бланку переключений при отсутствии блокировочных устройств или при наличии их, но в неполном объеме.

Переключения при ликвидации аварий производятся без бланков с последующей записью в оперативном журнале.

Бланк переключений — это простейший документ, в который записывают назначение предполагаемых переключений и порядок операций с коммутационной аппаратурой, включая наложение переносных заземлений.

Бланк заполняет лицо, получившее распоряжение о переключениях, и подписывают работник, выполняющий операции по переключениям, и лицо, контролирующее их.

Необходимые переключения, связанные с подготовкой электрооборудования к ремонту, может выполнять допускающий к работе из числа оперативного персонала вместе с производителем работ.

Делая переключения в распределительных электросетях сельской местности напряжением до 20 кВ, необходимо соблюдать следующей порядок.

1. Переключения, выполняемые без бланка одним лицом с квалификационной группой не ниже IV:

а) лицо вышестоящего оперативного или административно-технического персонала (начальник, мастер района, участка сетей), выдающее задание, обязано записать его в оперативный журнал;

б) лицо, получившее задание, обязано повторить его, установить порядок предстоящих операций и по прибытии на место непосредственно приступить к переключениям;

в) о выполнении задания сообщается лично или по телефону лицу, выдавшему задание, которое делает об этом запись в журнале.

2. Переключения, выполняемые по бланку переключения:

а) при выполнении переключений двумя лицами лицо, получившее распоряжение, обязано разъяснить по оперативной схеме второму лицу, участвующему в переключении, порядок операции;

б) при возникновении сомнений в правильности выполнения переключений их следует прекратить и повторно проверить требуемую последовательность по оперативной схеме;

в) после выполнения задания по переключению в оперативном журнале делают запись об этом.

Порядок переключений и ведение оперативных журналов и схем в сетях сельской местности уточняется местными инструкциями, утвержденными энергоснабжающей организацией.

При наступлении грозы должны быть прекращены все работы в открытых распределительных устройствах, а в закрытых распределительных устройствах прекращаются те работы, которые ведутся на вводах и линейных разъединителях воздушных линий. Во время дождя и тумана прекращаются работы, требующие применения защитных изолирующих средств, выполненных из неводоотталкивающих материалов.

Большую опасность представляет ошибочное включение электроустановки, бывшей в ремонте или на испытании, если почему-либо на рабочем месте окажутся люди или не будут сняты переносные заземления. Во избежание ошибок включение электрооборудования, бывшего в ремонте или испытании, может быть произведено только после приемки его дежурным персоналом от ответственного руководителя.

В установках без постоянного дежурства электрооборудование включают по указанию ответственного за эксплуатацию данной установки согласно местной инструкции.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие требования предъявляют к электротехническому персоналу? 2. Расскажите о мерах безопасности при работе на высоте? 3. Расскажите о безопасной работе с электролитами. 4. Какие установки считаются действующими? 5. Расскажите о классификации работ в действующих электроустановках. 6. Какие проводят организационные мероприятия по обеспечению безопасной работы с частичным или полным снятием напряжения? 7. Какие работы в дейст-

вующих электроустановках проводят по наряду? 8. Какие лица являются ответственными за безопасность работ? 9. Что такое наряд? 10. Какие работы проводят под надзором наблюдающего? 11. Как проводится допуск бригады до работы? 12. Что необходимо сделать, когда включается электроустановка до окончания ремонтных работ на ней? 13. Какие работы выполняют без наряда по устному распоряжению? 14. Перечислите технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работы в действующих электроустановках. 15. Расскажите о порядке проверки отсутствия напряжения. 16. В чем заключается оперативное обслуживание электроустановок? 17. Расскажите о порядке осмотров действующих электроустановок оперативным персоналом.

## ГЛАВА V

### **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ И ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В**

#### **§ 22: ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**

При монтаже воздушных линий необходимо принять ряд организационных и технических мер по обеспечению безопасного производства работ при подготовке трассы, валке деревьев, установке и демонтаже опор, раскладке проводов и тросов.

Работы по монтажу воздушных линий электропередач выполняет бригада под наблюдением лица, имеющего квалификационную группу не ниже III. Лица моложе 18 лет к расчистке трассы (рубке деревьев, валке и переноске леса) не допускаются. Расстояние между отдельными группами рабочих, занятых валкой деревьев, должно быть не менее 50 м. При спиливании дерева делают подруб ствола на четверть его толщины с той стороны, в которую дерево должно быть повалено. О предстоящем падении дерева дается сигнал (свисток, окрик). Во время сильного ветра следует прекратить валку деревьев. Во избежание опасности для рабочих запрещается подрубить дерево с двух или нескольких сторон одновременно, стоять со стороны падения дерева и влезать на подрубленные и подпиленные деревья.

Монтаж воздушных линий связан с подъемом людей и материалов на высоту, поэтому возникает опасность падения, получения ушибов и ранений у членов бригады.

Как правило, подъем и установку опор воздушных линий выполняют с помощью механизмов. При ручном подъеме одностоечной деревянной опоры необходимо пользоваться баграми и ухватами, а для удержания поднятой опоры — оттяжками из прочных веревок. Перед началом работ мастер (бригадир), который занят организацией подъема опор, проводит инструктаж по технике безопасности производства работ и особенностям предполагаемых приемов установки опор механизмами,

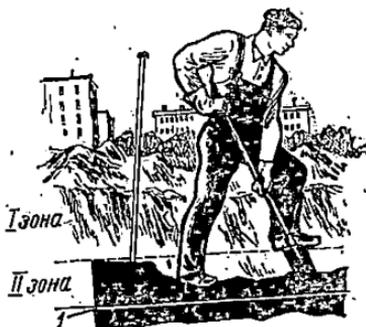


Рис. 14. Зоны применения инструментов при раскопке кабельных траншей:

I зона (глубина 0,4 м) — работа лопатами и пневмоинструментом, II зона (глубина 0,3 м) — работа ручной лопатой; 1 — кабель

а также доводит до каждого члена бригады применяемые сигналы и команды.

Перед рытьем котлованов под опоры воздушных линий в местах, где могут проходить подземные электрические кабели, газопроводы и другие инженерные сооружения, необходимо уведомить соответствующие организации и получить от них указание о точном их местоположении. Котлованы в этих местах роют с особой осторожностью, начиная с глубины 0,4 м только при помощи лопат (рис. 14).

Зимой раскопки на глубине ниже 0,4 м в местах прохождения кабеля делают с отогреванием земли.

При выбрасывании земли из котлованов следует принимать меры против обратного падения земли (камней) в котлован.

До начала подъема опор тщательно осматривают все механизмы, приспособления и тросы, собачки храповиков у лебедок. При подъеме опоры никто не должен находиться под тросами; вблизи них и в зоне возможного падения опоры. Во время опускания опоры в котлован никто из рабочих не должен находиться в нем. Нельзя оставлять незасыпанным котлован на обеденный перерыв и тем более до следующего дня.

На опорах могут работать лица, имеющие достаточный опыт для этих работ и пригодные по состоянию здоровья для работ на высоте. Подсобный персонал, не имеющей квалификации монтера, к работам на опорах

не допускается. Влезать на опору разрешается только после проверки прочности ее закрепления в грунте.

Для подъема на деревянную опору используют монтерские когти, а на железобетонную — специальные лазы. При подъеме людей и материалов на сложные стальные или железобетонные опоры применяют автовышки, а при отсутствии их допускается применение специальных лестниц, которые должны быть надежными и устойчивыми.

Работать на опорах следует на двух когтях, прикрывшись к опоре поясом с самого начала подъема на нее.

У монтажника, работающего на высоте, монтерский инструмент помещается в специальных карманах монтерского пояса. Во избежание ранения при падении с высоты инструмента или каких-либо предметов запрещается во время работы находиться под опорой, телескопической автовышкой; не разрешается что-либо сбрасывать с высоты опоры. При подъеме на опору тяжелых предметов необходимо пользоваться специальной веревкой, перекинутой через блок, а рабочий, стоящий на земле, должен находиться в стороне, управляя этой веревкой.

Раскатанный, предварительно заземленный провод или трос перед подвеской тщательно осматривают. Обнаруженные дефекты, могущие служить причиной разрыва, должны быть устранены до начала подъема проводов или тросов на опору. Для защиты рук от ранения при раскатке провода (троса) необходимо пользоваться брезентовыми рукавицами.

Натягивать провода под линией электропередачи можно только после отключения напряжения и заземления ее на месте работ и с разрешения эксплуатирующей эту линию организации. Если это сделать невозможно, то натягиваемый провод заземляют с обеих сторон у места соприкосновения с ним людей и, кроме того, прихватывают его с двух сторон веревками, благодаря которым конец провода в случае его обрыва не нахлестнется на линию электропередачи.

При работе в месте пересечения с проводами наружного освещения, трамвайными, телефонными и другими электрическими проводами необходимо принимать меры, чтобы не допустить касания монтируемых проводов строящейся линии с существующими линиями. Для обес-

печения безопасного производства работ следует отключить пересекаемую линию или установить временные опоры и ограждения.

Во избежание увечий или ушибов от случайно упавших сверху инструментов или деталей запрещается стоять рядом с опорой, на которой работают люди, а также находиться под монтируемыми проводами. Запрещается также влезать на опору и работать на ней с той стороны, в которую натягивается провод. На угловых опорах влезать и работать разрешается только со стороны внешнего угла воздушной линии.

Работать во время грозы даже на отключенных линиях, а также на незаконченных монтажных участках линий запрещается.

На время работ по монтажу или демонтажу воздушной линии большой протяженности отдельные смонтированные участки длиной до 5 км необходимо заземлять и замыкать накоротко все провода между собой на случай появления в линии наведенного напряжения от соседних линий, находящихся в работе, или от грозового облака, которое иногда находится вне поля зрения монтажников.

### **§ 23. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**

Работы по обслуживанию воздушных линий по условиям безопасного ее производства могут быть:

на отключенной линии вдали от других действующих воздушных линий;

на отключенной линии вблизи других действующих линий;

выполняемые на линиях, находящихся под напряжением.

Работами на линии под напряжением считаются такие работы, которые выполняются без снятия напряжения, а также работы на отключенной цепи двух- или трехцепной линии, когда другие цепи находятся под напряжением.

Для безопасного проведения работ по ремонту воздушных линий необходимо выполнить ряд организационных мероприятий, а при работах с отключением линии, помимо этого, технических.

К организационным мероприятиям, обеспечивающим безопасность работ на воздушных линиях, относятся:  
оформление работ нарядом или распоряжением;  
выдача разрешения приступить к работе и допуск бригады к работе;  
надзор во время работы;  
оформление перерывов в работе, продление наряда и окончания работы.

Нарядом оформляют следующие виды работ, как наиболее опасные:

работы, требующие подъема рабочих на опору выше 3 м от земли;

работы, связанные с заменой или реконструкцией элементов опоры или с откапыванием стойки опоры на глубину более 0,5 м;

работы, связанные с прикосновением к проводам, тросам и изоляторам;

работы с применением грузоподъемных машин в охранной зоне воздушных линий;

работы по вырубке деревьев на трассе, требующие принятия специальных мер, предотвращающих падение их на провода.

По устному распоряжению без наряда могут проводиться все работы, не требующие подъема на опору выше 3 м от земли, и работы без разборки конструктивных элементов опор.

Ответственным за безопасность работ по наряду являются ответственный руководитель, выдающий наряд, производитель работ и допускающий (оперативный персонал), выполняющий отключение линий, допуск бригад к работе и включение линии после окончания работ.

Правилами технической эксплуатации предусматриваются периодические осмотры при эксплуатации воздушных линий. Периодичность осмотров устанавливает главный инженер предприятия, и выполняют их в зависимости от местных условий, но не реже одного раза в 6 месяцев.

Обходы и осмотры воздушных линий выполняет без наряда один человек, имеющий квалификационную группу не ниже II. В процессе обхода во всех случаях следует считать, что линия находится под напряжением. Даже человек, делающий обход, зная, что линия отключена, должен считать ее находящейся под напряжением и иметь в виду, что в любой момент она может быть

включена в работу. Поэтому влезать на опоры или конструкции и касаться проводов обходчику при осмотре воздушной линии в любых случаях запрещается. Осмотр линии проводится с земли, при этом пользуются биноклем. При ночном осмотре обходчик должен идти по краю трассы воздушной линии.

При обнаружении оборвавшегося и лежащего на земле или провисающего провода воздушной линии человек, выполняющий обход, должен принять меры для предупреждения возможного приближения к проводу проходящих людей. Ему самому также запрещается приближаться к проводу на расстояние менее 5 м для линий напряжением до 20 кВ и 8 м напряжением выше 20 кВ. В населенной местности или вблизи нее следует установить около оборванного или провисшего провода охрану из местных жителей, объяснить им опасность не только прикосновения к проводу, но и приближения к нему на расстояние менее указанного и запретить подпускать кого-либо к месту обрыва. При невозможности установить охрану, а также в случае, если провод оборвался в ненаселенной местности, нужно снять с ближайших опор два-три плаката, укрепить их на палках вблизи обрыва с нескольких сторон. Сразу же после устройства ограждения следует немедленно сообщить в сетевой район (энергетику, дежурному) о месте нахождения обрыва и дожидаться приезда бригады.

Допускается лежащий на земле или провисший провод линии напряжением до 1000 В убирать при использовании изолирующих средств (диэлектрических перчаток).

При расчистке трассы вдоль воздушных линий работу выполняет бригада под наблюдением лица, имеющего квалификационную группу не ниже III. Перед началом работ всех рабочих инструктируют и предупреждают об опасности соприкосновения деревьев, веревок с проводами линии. Договариваются об определенном сигнале (свисток, окрик) при падении дерева.

Во избежание падения дерева на провода используют веревочные оттяжки, которыми отводят дерево в противоположную сторону; кроме того, сначала спиливают подгнившие, подгоревшие и непрочные стоящие деревья. При спиливании дерева делают подруб ствола с той стороны, в которую он должен падать.

Запрещается стоять со стороны падения дерева и с

противоположной стороны. Надо строго следить за тем, чтобы люди быстро отбегали от места падения и располагались в указанных направлениях. Работы по валке деревьев запрещаются при сильном тумане, в темное время суток.

При установке и замене «пасынков» одностоечная опора или «нога» П-образной опоры, на которую ставится пасынок, должна поддерживаться ухватями или закрепляться растяжками либо должны применяться иные способы, исключающие возможность падения или смещения опоры. Устанавливать пасынки следует поочередно: сначала на одной «ноге» опоры с полным окончанием работ, включая замену и закрепление бандажей, утрамбовку земли вокруг пасынка, затем приступают к замене пасынка на другой «ноге» опоры. Замену сдвоенных пасынков также проводят поочередно. При вытаскивании заменяемого пасынка из котлована, а также при опускании нового запрещается кому-либо находиться в котловане.

Работы по подъему и валке опор воздушных линий проводятся с помощью подъемных или тяговых механизмов и приспособлений. Чтобы опора не отклонялась и не падала в сторону, должна быть обеспечена соответствующая регулировка положения ее оттяжками.

Работы по установке и демонтажу опор воздушных линий являются особенно опасными, так как можно получить ушибы и механические травмы. Поэтому производитель работ перед началом работ должен проинструктировать рабочих, ознакомить еще раз всех с условными сигналами и командами, применяемыми при подъеме и валке опор. Во время работ перед подъемом, опусканием или валкой опоры производитель работ проверяет надежность закрепления якорей для крепления лебедок, расчалок и тормозных устройств и следит, чтобы люди не находились под поднимаемыми или опускаемыми опорами, под натягиваемыми проводами, тросами, расчалками.

При подъеме или валке специальных опор (на переходах) или в сложных условиях (в коридоре между линиями, находящимися под напряжением) обязательно присутствие лица, выдавшего наряд.

При опускании сваливаемой опоры отдача троса должна проводиться равномерно и с надлежащей осторожностью, чтобы не было обрыва троса.

Если опора поднята и поставлена в котлован, то снятие поддерживающих приспособлений допустимо только после того, как опора надежно закреплена в грунте. Перед валкой старой опоры тяговые тросы и расчалки закрепляют на опоре до освобождения ее основания. Если опора имеет загнивание выше допустимых норм, от отяжки и тросы на опоре крепят с телескопической автовышки.

Перед подъемом рабочего на опору производитель работ убеждается в прочности основания опоры. Подъем на деревянную или железобетонную опору разрешается только при помощи телескопических вышек, лазов, когтей и других механизмов и приспособлений для подъема людей. При работе на опоре монтер должен быть закреплён предохранительным поясом.

При смене подгнивших опор развязывают провода, начиная с верхнего. Работу по развязке проводов проводят с телескопической вышки или с опоры, предварительно усиленной вспомогательной стойкой или накладками. Подъем на когтях на опору, имеющую загнивание выше допустимого, без дополнительных мер по укреплению опоры категорически запрещается.

Запрещается также при ремонтных работах на воздушных линиях оставаться людям в котловане при подъеме и опускании опоры; пользоваться лопатами, колыями, досками и другими вместо багров и ухватов при установке опор; влезать на опору, не закрепленную в грунте; оставлять опору в незасыпанном и неутрамбованном котловане.

#### **§ 24. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ НА СТОЛБОВЫХ (МАЧТОВЫХ) ПОДСТАНЦИЯХ**

Работы на столбовых (мачтовых) подстанциях могут проводиться как с отключением, так и без отключения питающей воздушной линии. При работах на столбовых (мачтовых) подстанциях без снятия напряжения с воздушной линии установка переносных заземлений на токоведущих частях осуществляется на месте работ.

При отключении токоведущих частей подстанции (без отключения питающей линии) разрешается проводить лишь те осмотры и ремонты, которые можно выполнять, стоя на площадке подстанции. Необходимо

помнить в этом случае, что верхние зажимы разъединителей находятся под напряжением; ремонт разъединителя и привода при этом не разрешается.

Столбовая (мачтовая) подстанция монтируется таким образом, что при отключенном разъединителе части, остающиеся под напряжением, должны находиться на высоте не менее 2,5 от уровня площадки обслуживания для подстанций напряжением 10 кВ и не менее 3 м для подстанций 35 кВ. Положение разъединителя должно быть видно с площадки.

При работах на столбовых (мачтовых) подстанциях независимо от наличия или отсутствия напряжения на линии необходимо предварительно отключить рубильник низкого напряжения; затем разъединитель высокого напряжения, проверить отключенное положение разъединителя путем осмотра его с земли, вынуть вставки предохранителей высокого напряжения (с площадки) и наложить заземление на токоведущие части оборудования для обеспечения безопасных условий работ.

Перед поднятием (или опусканием) трансформатора на площадку необходимо убедиться в прочности крепления конструкции и состояния деревянных балок подстанции. Поднимают трансформатор с земли на площадку (или опускают его) после полного снятия напряжения с линии и заземления воздушной питающей линии.

При работах на столбовой (мачтовой) подстанции запрещается находиться под поднятым трансформатором или удерживать его руками во время подъема и опускания, а также подбрасывать инструмент для подачи его работающему на площадке подстанции.

#### *Контрольные вопросы*

1. Расскажите о мерах предосторожности при работах по подготовке трассы для строительства воздушной линии.
2. Какие меры безопасности необходимо применять при установке опор?
3. Какие правила безопасности применяют при монтаже проводов на пересечениях линий?
4. Назовите организационные мероприятия при работах на воздушной линии.
5. Какие виды работ на воздушной линии выполняются по наряду?
6. Расскажите о порядке обходов и осмотров воздушной линии.
7. Какие меры должен принять обходчик при обнаружении оборванного провода воздушной линии?
8. Назовите порядок замены пасынков у опор воздушной линии.
9. Какие меры предосторожности принимают при обслуживании опор воздушной линии, имеющих загнивание выше нормы?
10. Расскажите о правилах безопасности при работах на столбовых (мачтовых) подстанциях.

## **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

### **§ 25. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

При монтаже кабельных линий необходимо принять ряд мер по обеспечению безопасности работ при рытье траншей и котлованов, разгрузке, раскатке и прокладке кабеля в траншеях и по конструкциям, а также при работе с заливочными массами.

Перед началом земляных работ по раскопке траншей для кабельных линий необходимо согласовать с соответствующими организациями и получить от них точное месторасположение проходящих инженерных коммуникаций. В местах прохождения инженерных сетей земляные работы выполняют с особой осторожностью начиная с глубины 0,4 м. Использование ломов, кирок, отбойных молотков запрещается. В зимнее время раскопки на глубине более 0,4 м в местах, где проходят кабельные линии, делают лопатой с отогреванием земли.

Особенно опасна для рабочих выгрузка с платформы железнодорожного вагона или с автомашины вручную барабанов с кабелем, масса которых иногда достигает 5000 кг. При ручной выгрузке барабан с кабелем необходимо осторожно опускать по наклонным плоскостям, установленным под углом не более  $15^\circ$ , при этом оттягивать барабан веревками в противоположную от направления спуска сторону. Для устройства наклонных плоскостей используют деревянные брусья, слези, а также стальные трубы такого размера, которые могут выдерживать массу барабана с кабелем без изгиба, деформации и излома. Обычно грузят и выгружают барабаны с кабелем автокранами или с помощью талей и лебедок; подъем барабана для раскатки осуществляется домкратами; протягивание кабеля в блоки, каналы и туннели — с помощью лебедок.

При доставке барабанов с кабелем на трассу необходимо соблюдать особые меры предосторожности. Иногда требуется перекачивать барабаны с кабелем непосредственно по земле. Перекачивать их можно вручную

при помощи троса, скрепленного с обоими концами оси, продетой через осевое отверстие барабана, а также тяжением троса с помощью лебедки, автомашины или трактора.

Перемещать барабан с кабелем на стальном листе лебедкой, трактором или автомашиной рекомендуется при слабых грунтах, где трудно или нельзя использовать тележки и др.

Допускается перекатка барабана по земле в исключительных случаях для прочных барабанов на короткие расстояния по хорошей дороге и горизонтальной трассе при условии, что у барабана имеется обшивка и исправны щеки или витки кабеля не доходят до линии заполнения барабана на 200 мм. При перекатке барабана с кабелем необходимо принять меры против захвата его выступающими частями, гвоздями или скобами одежды рабочих. До начала перекатки следует закрепить концы кабеля и удалить из барабана гвозди. Число рабочих при ручной перекатке должно быть выбрано из расчета не более 80 кг общей массы на одного человека. Во время перекачивания барабана с кабелем во избежание травм запрещается кому-либо находиться на пути перемещаемого барабана.

При раскатке и прокладке кабеля рабочие должны работать в брезентовых рукавицах.

Обычно кабель с барабана раскатывается с помощью лебедки, установленной на противоположном конце трассы. Чтобы уменьшить усилие при раскатке и предохранить кабель от механических повреждений, на трассе устанавливаются специальные ролики, а на поворотах — угловые ролики. Во время раскатки кабеля категорически запрещается оттягивать руками кабель на углах поворота во избежание получения травм рук.

При ручной прокладке кабеля число рабочих определяется в зависимости от массы кабеля с таким расчетом, чтобы на каждого приходилось не более 35 кг для мужчин и 20 кг для женщин. Выполняя работы, рабочие располагаются на одной стороне прокладываемого кабеля. Они обязаны внимательно слушать и точно выполнять команду исполнителя работ.

Прокладывая кабели в местах поворотов в траншее, каналах и туннелях, запрещается находиться с внутренней стороны изгибаемого кабеля.

При протаскивании кабеля через отверстия в стенах

следует следить за тем, чтобы руки не были втянуты в отверстие вместе с кабелем.

Если прокладывают кабель в зимнее время, то во избежание разрыва оболочек и изоляции его обязательно прогревают при температуре 10—20° С. Время прогрева кабеля зависит от сечения его жил. Так, например, кабель сечением 3×120 мм прогревают в течение 50—60 ч.

Более прогрессивным способом является прогрев кабелей трехфазным переменным током на барабане, помещенном в тепляке или под брезентом, с помощью специального трансформатора. Кабель подсоединяется ко вторичной обмотке, которая имеет десять ступеней напряжения от 7 до 96 В. Жилы внутреннего конца кабеля «забрачивают».

При одновременном прогреве нескольких барабанов кабелей их соединяют последовательно.

При прогреве кабелей не рекомендуется допускать нагрев жилы свыше 40° С.

Прогретый кабель прокладывают в траншее в течение 2 ч при температуре воздуха до —5° С, в течение 1 ч при температуре до —10° С и в течение 0,5 ч при температуре до —20° С. При температуре ниже —20° С прокладка предварительно прогретого кабеля допускается при условии непрерывного прогрева во время раскатки.

При работе с кабельной массой надо соблюдать особую осторожность, так как при выплескивании и разбрызгивании разогретой массы могут произойти ожоги.

Для заливки в муфты или воронки при разделке кабеля кабельную массу разогревают до 120—130° С. Массу для заливки муфт и воронок разогревают в специальной железной кастрюле с крышкой и носиком. Разогревать некрытые банки с кабельной массой запрещается. Разогреваемую в холодное время кабельную массу откалывают зубилом из банок и куски ее закладывают в кастрюлю. В жаркое время, когда масса становится вязкой, ее слегка подогревают в банке с открытой крышкой до жидкого состояния и осторожно переливают в кастрюлю.

Разогревают кабельную массу на жаровне, используя в качестве топлива древесный уголь, или на электронагревателе вне помещения. Температуру разогреваемой массы контролируют термометром. Разогреваемую кабель-

ную массу нельзя доводить до кипения, так как это может вызвать вспышку паров и возгорание.

Во время разогревания необходимо перемешивать массу для равномерного ее нагревания стальным прогретым на огне прутом или ложкой, но не деревянной палкой, которая может оказаться влажной. Попадание даже незначительного количества влаги в расплавленную массу может вызвать ее разбрызгивание.

Переливать кабельную массу из кастрюли в муфты или воронки следует в брезентовых рукавицах и в предохранительных очках. Муфту или воронку, в которую будут заливать кабельную массу, тщательно просушивают во избежание выплескивания горячей массы образовавшимся от влаги паром. Передавать кастрюлю, наполненную разогретой кабельной массой, непосредственно из рук в руки опасно. Для передачи ее ставят на землю (на пол), после чего другой человек может ее взять.

Все перечисленные меры предосторожности необходимо соблюдать и при расплавлении припоя для пайки жил кабеля или кабельных наконечников, так как эта работа также опасна.

Припой разогревают в стальном котелке и стальной ложкой заливают в соединительные гильзы или в кабельные наконечники. Чтобы не получить травмы от брызг металла, эту работу выполняют в брезентовых рукавицах и предохранительных очках.

Для расплавления припоя и при пайке жил кабеля используют паяльную лампу.

К работе с паяльными лампами допускаются только обученные и имеющие навык лица.

Перед использованием паяльной лампы проверяют, исправна ли она и правильно ли запаян предохранитель. Резервуар паяльной лампы заполняют горючим не более чем на  $\frac{3}{4}$  его емкости. Наливная пробка резервуара должна завинчиваться не менее чем на четыре нитки резьбы. Запрещается во избежание взрыва чрезмерно накачивать воздух в паяльную лампу.

Заливать или выливать горячее и разбирать лампу запрещается вблизи огня. Спускать давление воздуха из резервуара лампы через наливную пробку можно только после того, как лампа потушена и ее горелка полностью остыла. Запрещается снимать горелку до спуска давления.

Наливать бензин в керосиновую паяльную лампу запрещается.

Паяльную лампу следует периодически сдавать в профилактический ремонт и осмотр и записывать результаты в специальном журнале не реже одного раза в месяц.

При работе с паяльной лампой следует внимательно наблюдать за правильной регулировкой пламени и находиться возможно дальше от легковоспламеняющихся предметов и жидкостей.

Использовать для работы паяльную лампу на территории открытых и в помещениях закрытых распределительных устройств и подстанций допускается только в том случае, если расстояние от ее пламени до ближайших токоведущих частей напряжением до 10 кВ составляет не менее 1,5 м и свыше 10 кВ — не менее 3 м.

Разжигать паяльные лампы под электрооборудованием, проводами и вблизи маслonaполненных аппаратов запрещается.

#### **§ 26. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

При эксплуатационных и ремонтных работах на кабельных линиях необходимо выполнять все организационные и технические мероприятия, обеспечивающие полную безопасность работающих.

Обнаруженные во время земляных раскопок открытые кабели зашивают в деревянные (из досок) короба, длина которых должна быть несколько больше ширины траншеи, и оба конца короба заделывают в стенки траншеи во избежание механического повреждения кабеля. Открытые муфты необходимо укреплять на прочной доске, подвешенной при помощи проволоки или троса к перекинутым через траншею брускам. Подвешивать кабели надо так, чтобы они не смещались и не провисали. На коробах с кабелем или на муфте, укрепленной на доске, вывешивают предупредительные плакаты.

Ремонтные работы на кабельных линиях выполняют по наряду.

Кабель, подлежащий ремонту, должен быть отключен со всех сторон питания, а концы его заземлены или

изолированы резиновыми колпаками на сборках в стесненных условиях, где наложение переносных заземлений опасно или невозможно. На рукоятках выключателей вывешивают плакат «Не включать — работают люди».

Часто в одной траншее проложено несколько кабелей и для ремонта необходимо выбрать кабелеискателем именно поврежденный. Вскрывают вышедший из строя кабель, режут его или вскрывают муфты только после того, как убедились, что именно это поврежденный кабель, и обязательно в присутствии ответственного руководителя. Перед резкой кабеля из траншеи удаляют посторонних людей (землекопов и др.), вблизи кабеля забивают металлический стержень на глубину не менее 0,5 м, кабель кладут на подкладку и специальным приспособлением (рис. 15) делают прокол кабеля стальной иглой сквозь броню до токоведущих жил с одновременным их заземлением. Рукоятка приспособления должна быть изолирована от прокалывающей иглы вставкой из изолирующего материала. Металлическую часть приспособления перед проколом кабеля заземляют. Конструкция приспособления должна обеспечить надежное закорачивание жил кабеля и безопасное выполнение операции. Человек, делающий прокол кабеля (как правило, ответственный руководитель, имеющий V группу по технике безопасности), должен быть в диэлектрических перчатках, предохранительных очках и стоять на изолирующем основании (рис. 16). После прокола приступают к резке кабеля в диэлектрических перчатках, защитных очках, стоя на сухом изолирующем основании.

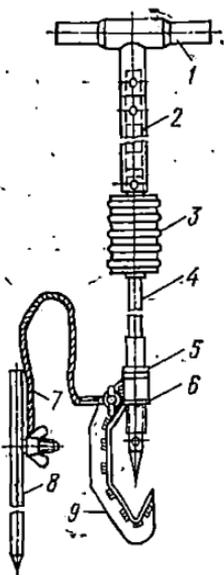


Рис. 15. Штанга для прокола кабеля при ремонте:

- 1 — ручка, 2 — трубка бакелитовая, 3 — изолятор фарфоровый, 4 — стальной стержень, 5 — латунное кольцо, 6 — втулка с резьбой, 7 — гибкий заземляющий канатик из меди, 8 — стальной, заземляющий стержень, 9 — скоба для захвата кабеля

Определение кабелеискательным аппаратом отключенного кабеля, его прокалывание и заземление жил необходимо выполнять даже в тех случаях, когда на

кабеле (муфте) имеются следы электрических повреждений (прогары, разрывы муфты, запах). Если в результате повреждения кабеля открыты все токоведущие жилы, то отсутствие напряжения проверяют непосредственно указателем напряжения.



Рис. 16. Прокол кабеля с помощью специального приспособления

Убедившись в отсутствии напряжения при помощи указателя напряжения (токоискателя), изолирующую массу срезают подогретым заземленным ножом и проверяют еще раз отсутствие напряжения вольтметром. Очистив зажимы от массы, замыкают их на землю накоротко. После этого разрешается работа без диэлектрических перчаток и предохранительных очков.

Свинцовые муфты вскрывают в галошах, диэлектрических перчатках и предохранительных очках, стоя на изолирующем основании. Вначале снимают чугунный кожух, затем свинцовую трубу. После этого при помощи указателя напряжения необходимо еще раз убедиться в отсутствии напряжения на кабеле. Затем изоляцию осторожно срезают ножом до зажимов. Замыкание вскрытых зажимов накоротко и «на землю» окончательно убеждает в отсутствии напряжения на кабеле; лишь после этого можно работать без диэлектрических перчаток и предохранительных очков.

Перемещают или сдвигают кабели, а также переносят муфты только после отключения напряжения. Если снять напряжение нельзя, то разрешается перемещать

кабели, находящиеся под напряжением, но при этом работу должен выполнять рабочий по наряду и под непосредственным руководством лица с квалификацией не ниже V группы и имеющим опыт по прокладке кабеля. Перемещаемый зимой кабель должен иметь температуру  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ , так как замерзший кабель может иметь повреждения изоляции и оболочки при изгибании во время переноса. Рабочие, перемещающие кабель, должны быть в диэлектрических перчатках, а поверх перчаток для защиты их от механических повреждений надевают брезентовые, которые по размеру несколько короче диэлектрических. Броня и свинцовая оболочка перемещаемого кабеля на концах должны быть надежно заземлены, что обеспечит безопасность рабочих в том случае, если замыкание на оболочку кабеля произойдет во время его переноса.

### *Контрольные вопросы*

1. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при перекатке барабана с кабелем? 2. Расскажите о мерах безопасности при прокладке кабелей. 3. Какие меры предосторожности соблюдают при перемещении кабелей и муфт, находящихся под напряжением? 4. В какой последовательности выполняют операции по вскрытию и резке кабеля? 5. Расскажите о правилах безопасной работы при разогреве кабельной массы и припоев.

## ГЛАВА VII

### **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯХ**

#### **§ 27. ИСПЫТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОВЫШЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ПОСТОРОННЕГО ИСТОЧНИКА ТОКА**

При эксплуатации электроустановок, а также после ремонтов или окончания монтажа в соответствии с правилами технической эксплуатации проводят различные электрические испытания. Каждый вид электрооборудования и электросетей периодически подвергают испытаниям для выявления слабых мест изоляции.

Так, у электродвигателей проверяют изоляцию обмоток статора повышенным напряжением (выпрямленным) или переменным напряжением промышленной

частоты; измеряют величины сопротивления изоляции, сопротивления обмоток постоянному току. У силовых трансформаторов периодически измеряют сопротивление изоляции обмоток, определяют токи утечки, ток и потери холостого хода, испытывают изоляцию повышенным напряжением. Повышенным напряжением испытывают изоляцию выключателей, кабелей, кабельных выводов воздушных линий, а также всего распределительного устройства трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.

Испытательные напряжения значительно превышают номинальные, на которых работают электроустановки. Так, для электродвигателей испытательное напряжение больше номинального в 2—2,5 раза, для силовых трансформаторов на номинальное напряжение 10 кВ испытательное напряжение составляет 35 кВ, для выключателей 10 кВ — 42 кВ; для кабелей — пяти- и шестикратное от номинального.

Испытания электроустановок повышенным напряжением очень опасны для электротехнического персонала. Поэтому их необходимо проводить, соблюдая все организационные и технические мероприятия, а также соблюдая дополнительные меры безопасности.

Все электрические испытания выполняет бригада в составе не менее двух человек, один из которых — производитель работ — должен иметь квалификационную группу не ниже IV, а остальные — не ниже III. Персонал, проводящий испытания, должен пройти специальную подготовку и проверку знаний электрических схем испытываемого оборудования и специальных инструкций, а также иметь практический опыт проведения испытаний в условиях действующих электроустановок, о чем должна быть сделана соответствующая запись в удостоверении. Испытания в действующих электроустановках необходимо выполнять по наряду.

В состав бригады по испытаниям и измерениям можно включать лиц из числа ремонтных рабочих с квалификационной группой не ниже II для выполнения подготовительных работ, для охраны испытываемого оборудования от посторонних лиц, а также для разъединения и соединения шин и проводов. Эти подсобные работники до начала работ должны быть проинструктированы производителем работ о мерах безопасности при проведении испытаний.

Иногда при производстве работ по ремонту (монтажу) оборудования необходимо испытание отремонтированного или только что оконченного монтажом электрооборудования, а в отдельных случаях испытания требуются в период монтажа или ремонта. В этих случаях в состав бригады, выполняющей ремонт или монтаж электрооборудования, могут быть включены лица из персонала электролаборатории для проведения необходимых испытаний. Проведение испытаний в процессе ремонта или монтажа оговаривается в наряде. Ответственность за безопасность проведения испытаний возлагается в этом случае на производителя работ и на старшего лаборатории, квалификационная группа их должна быть не ниже IV. Указания этих лиц обязательны для всех членов бригады.

Оформление работ нарядом, отключение рабочего напряжения, вывешивание плакатов, установка ограждений, проверка отсутствия напряжения, установка переносных заземлений, допуск к работе и т. д. осуществляется согласно общим правилам.

Испытания изоляции повышенным напряжением — ответственная и опасная работа, поэтому необходимо строго соблюдать следующие дополнительные мероприятия:

кожухи испытательного электрооборудования и испытательной установки должны быть заземлены;

собирает схемы испытания оборудования только персонал бригады, выполняющей испытания;

место испытаний и соединительные провода должны быть ограждены щитками, барьерами, канатами с вывешенными на них плакатами «Стоять — высокое напряжение» или у места испытания должен стоять наблюдающий. Если соединительные провода, находящиеся под испытательным напряжением, расположены не в основном помещении распределительного устройства (коридор, проход, лестница и т. д.), а там, где могут находиться или проходить посторонние люди, то независимо от ограждения надо выставить охрану из числа вписанных в наряд работников с квалификационной группой не ниже II для предупреждения об опасности.

При испытании изоляции жил кабеля повышенным напряжением необходимо, чтобы камера или ячейка, в которой находится его противоположный конец, была заперта, на дверях или ограждениях вывешен плакат

«Стой — высокое напряжение», а на проводах отключенных разъединителей — плакаты «Не включать — работают люди».

Если двери не заперты или испытывается ремонтируемый кабель с разделенными на трассе концами, то помимо вывешенных предупредительных плакатов у дверей камеры, огражденного колодца или котлована, где находятся концы испытываемого кабеля, ставят охрану из числа работников бригады. Когда поставленное под напряжение оборудование расположено в разных помещениях электроустановок напряжением выше 1000 В, разрешается для наблюдения за поведением изоляции одновременное пребывание членов бригады (одного или нескольких) в этих помещениях. Квалификационная группа лица, находящегося отдельно от бригады или производителя работ, должна быть не ниже III. Производитель работ дает этому работнику необходимые указания по технике безопасности.

Провод, с помощью которого повышенное напряжение от испытательной установки подводится к испытываемому оборудованию, надежно закрепляется с помощью промежуточных изоляторов, изолирующих подвесок; прокладок и т. п., с тем чтобы исключить случайное приближение (подхлестывание) этого провода к находящимся под напряжением токоведущим частям установки. Расстояние между соединительными проводами, находящимися под испытательным напряжением, и токоведущими частями, которые находятся под рабочим напряжением, должно быть не менее 15 см при номинальном напряжении установки до 10 кВ.

Перед подачей испытательного напряжения на установку необходимо:

проверить, все ли члены бригады находятся на местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать на оборудование испытательное напряжение;

сделать предупреждение бригаде о подаче напряжения и, убедившись в том, что каждый член бригады услышал предупреждение, подать испытательное напряжение.

После окончания испытания повышенным напряжением производитель работ снижает напряжение до нуля, отключает испытательную установку, заземляет высоковольтный вывод и сообщает об этом работникам бригады. Только после этого можно присоединять или отсо-

единять провода от испытательной установки и снимать установленные ограждения.

Для испытания электроустановок повышенным напряжением используют специальное электротехническое оборудование (регулируемые трансформаторы, кенотронные установки и т. д.), смонтированное на базе автомобиля.

Передвижная автомобильная установка (автолаборатория) выполняется с соблюдением определенных правил, обеспечивающих безопасную работу лиц, проводящих испытания. Испытательная установка имеет два отделения, в одном из которых помещается аппаратура управления и находится оператор, управляющий всей установкой во время испытаний. В другом помещении расположено все оборудование и токоведущие части, находящиеся под напряжением до 1000 В и выше. Устройство установки напряжением выше 1000 В ограждается от прикосновения. Дверь в отделение, где расположено оборудование установки напряжением до 1000 В и выше, должна иметь электрическую блокировку, т. е. устройство, обеспечивающее отключение напряжения выше 1000 В и заземление установки в случае открытия двери. Сигнальная лампа у оператора загорается тогда, когда часть установки напряжением выше 1000 В окажется под напряжением. Вся аппаратура напряжением до 1000 В (рубильники, предохранители и др.) должна располагаться так, чтобы можно было оперировать ею во время испытаний.

## **§ 28. ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ МЕГОММЕТРОМ**

Сопротивление изоляции отдельных видов электрических машин и трансформаторов, кабелей и проводов измеряют мегомметром. Мегомметры создают напряжение на выходных клеммах 500, 1000 или 2500 В. Вследствие очень большого внутреннего сопротивления и малой мощности генератора мегомметра в случае касания человеком клемм или проводов величина тока, проходящего через тело, не представляет опасности. Однако при проверке сопротивления изоляции кабеля мегомметром кабель заряжается и прикосновение к его концам (выводам) представляет для человека большую опасность.

Измерять мегомметром напряжение до 2500 В разрешается только обученным лицам электротехнического персонала с квалификационной группой не ниже III.

Перед началом измерения мегомметром сопротивления изоляции электрооборудования и кабельных линий необходимо убедиться, нет ли людей, выполняющих работу на электроустановке, к которой присоединен мегомметр. Если на этой электроустановке находятся люди, то следует их предупредить о подаче напряжения от мегомметра и запретить им касаться токоведущих частей, а если необходимо, то следует установить и охрану в незапертом помещении или у колодца (траншеи, котлована), где имеются оголенные концы кабеля и где могут появиться случайные люди. В этом случае можно принять и другие соответствующие меры (ограждения, изоляция и др.), исключающие возможность прикосновения к кабелю.

Нормы сопротивления изоляции в электроустановках напряжением до 1000 В указаны в табл. 9.

Т а б л и ц а 9. Нормы сопротивления изоляции

| Оборудование  | Напряжение мегомметра, В | Наименьшее допустимое сопротивление изоляции, МОм |
|---|--------------------------|---|
| Силовые и распределительные электропроводки, распределительные щиты | 1000                     | 0,5   |
| Вторичные цепи управления, защиты, измерения                        | 500—1000                 | 1,0   |
| Шинки на щите управления (при отсоединенных цепях)                  | 500—1000                 | 10,0  |
| Катушки контакторов, магнитных пускателей и автоматов               | 500—1000                 | 0,5   |

## § 29. ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ КЛЕЩАМИ

Измерение нагрузки токоизмерительными клещами (рис. 17 и 18) является опасной операцией, поскольку лицо, проводящее измерения, находится рядом с неогражденными токоведущими частями, находящимися под напряжением. В этом случае не исключена возможность касания токоведущих частей раздвижным сердечником измерительных клещей.

Измерять токоизмерительными клещами должны два

лица, одно из которых должно иметь квалификационную группу не ниже IV; а второе — не ниже III. Работник, производящий измерения, должен быть в диэлектрических перчатках. Запрещается приближаться к прибору при рассмотрении показаний прибора. При измерении

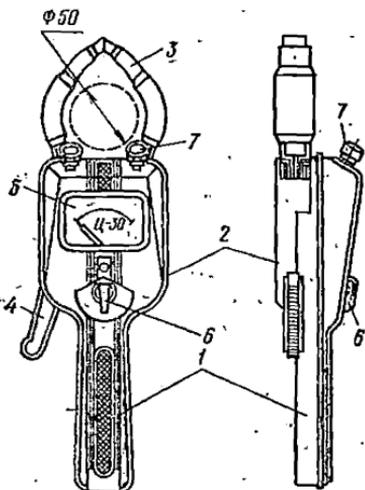


Рис. 17. Токоизмерительные клещи типа Ц-30 до 600 В:

1 — рукоятка, 2 — рычаг для раскрытия клещей, 3 — измерительный прибор, 4 — разъемный магнитопровод, 5 — зажимы для измерения напряжения, 6 — корпус, 7 — переключатель пределов измерений

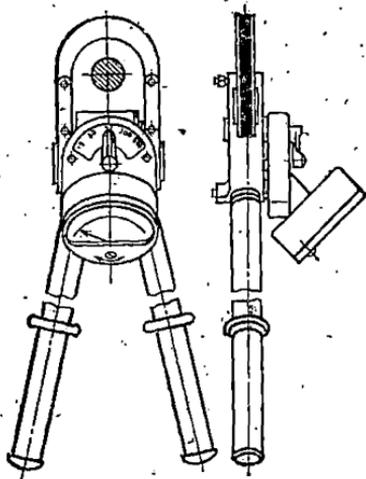


Рис. 18. Токоизмерительные клещи типа Ц-90 до 10 кВ

токоизмерительные клещи нельзя опирать концом на какие-либо конструкции, держать клещи следует на весу.

Измерять можно лишь на тех участках ошиновки оборудования, у которых конструктивное выполнение, а также расстояние между токоведущими частями разных фаз и между ними и заземленными частями исключают возможность электрического пробоя между фазами или на «землю» из-за уменьшения изоляционных расстояний за счет рабочей части клещей. Измерение нагрузки токоизмерительными клещами на жилах кабелей напряжением до 10-кВ разрешается лишь в тех случаях, когда жилы изолированы и расстояние между ними в месте измерения не менее 25 см.

При необходимости измерения нагрузок на высоте делают прочные подмости, с которых и замеряют токи токоизмерительными клещами.

Измерения на опорах воздушных линий напряжением до 1000 В выполняют, стоя на когтях и закрепившись монтерским поясом. Запрещается проводить измерения на воздушных линиях напряжением до 1000 В с приставных лестниц и токоизмерительными клещами на опорах воздушных линий напряжением выше 1000 В.

### *Контрольные вопросы*

1. Для чего проводят электрические испытания оборудования и сети? 2. Кто проводит электрические испытания во время ремонтов и как это оформляют? 3. Какие используют дополнительные меры, обеспечивающие безопасное производство работ при испытании электроустановок? 4. Расскажите об устройстве передвижной автолаборатории. 5. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при измерении сопротивления изоляции мегомметром? 6. Расскажите о правилах безопасности при измерении нагрузок с помощью токоизмерительных клещей.

## ГЛАВА VIII

### **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В**

#### **§ 30. ОБСЛУЖИВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Распределительным устройством называется электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, устройства защиты от токов короткого замыкания, измерительные приборы, сборные и соединительные шины и вспомогательные устройства.

Если распределительное устройство напряжением до 1000 В находится в электроустановках напряжением выше 1000 В, то в этом случае выполняются дополнительно организационные и технические мероприятия, предусмотренные для электроустановок напряжением выше 1000 В.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасное выполнение работ в электроустановках напряжением до 1000 В, являются следующие:

- оформление работ нарядом или распоряжением;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва и окончания работ.

Работы в действующих электроустановках в отношении мер безопасности разделяются на следующие две категории:

со снятием напряжения (эти работы выполняются на оборудовании или электроустановке, с которой снято напряжение полностью или частично) либо с наложением переносных заземлений или без заземлений, но с применением технических мер, предотвращающих ошибочную подачу напряжения на место работ. Техническими мерами для предотвращения ошибочной подачи напряжения являются следующие: запирающие приводы рубильников, установка изолирующих прокладок на ножи отключенных рубильников, отсоединение вводов кабельных или воздушных линий, использование резиновых колпаков и т. д.;

без снятия напряжения (эти работы выполняются на находящихся под напряжением токоведущих частях, закрытых корпусах и кожухах оборудования, а также работы, выполняемые в помещениях установок напряжением до 1000 В).

К работам, проводимым в помещениях установок напряжением до 1000 В, относятся также, которые не связаны с основным электрооборудованием (замена перегоревших электроламп; ремонт электропроводок освещения; выполнение надписей на щитках, приводах, панелях, барьерах, небольшие по объему строительные работы; осмотр кабельного канала и т. д.).

Все работы в электроустановках напряжением до 1000 В выполняются либо по наряду, либо по устному распоряжению.

По наряду проводятся работы на электроустановках, с которых снято напряжение полностью или частично. Как правило, работы выполняются с наложением заземления и выполнением других технических мероприятий (вывешивание плакатов, установка ограждений). Если на данную электроустановку нельзя по конструктивным данным установить переносное заземление, то используют технические меры, надежно обеспечивающие недопущение ошибочного включения напряжения на место работ.

Работы без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, выполняются без наряда, по устному распоряжению. Если при выполнении этих работ по каким-либо причинам требуется

снять напряжение для обеспечения безопасности работ, то все равно эти работы могут выполняться без наряда, по устному распоряжению.

Чтобы обеспечить безопасные условия для работы в действующих электроустановках напряжением до 1000 В, необходимо выполнять все организационные и технические мероприятия, рассмотренные выше (см. гл. IV).

Но, кроме того, при проведении работ в электроустановках напряжением до 1000 В производителю работ разрешается одному во всех случаях совмещать и допускающего; при работе по нарядам и распоряжениям он должен иметь квалификационную группу не ниже III.

Допускающим может быть лицо оперативного персонала с квалификационной группой не ниже III.

Если нарядом предусмотрена поочередная работа на различных рабочих местах одной электроустановки или на различных электроустановках, то оформление перевода бригады с одного рабочего места на другое не требуется.

В электроустановках напряжением до 1000 В разрешается при необходимости кратковременной отлучки производителя работ или члена бригады оставаться и продолжать работу одному человеку с квалификационной группой не ниже III.

При выполнении работ со снятием напряжения в действующих электроустановках напряжением до 1000 В должны быть выполнены в определенной последовательности следующие технические мероприятия:

выполнение необходимых отключений на участке, выделенном для работ, и принятие технических мер (блокировки, запоры приводов, изолирующие прокладки, резиновые колпаки, отсоединение проводов, кабелей и т. д.) против ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;

вывешивание предупредительных плакатов «Не включать — работают люди», установка временных ограждений;

присоединение переносных заземлений к заземляющей проводке (контуру заземления), проверка отсутствия напряжения на той части электроустановки, где будет выполняться работа и наложение переносных заземлений;

вывешивание плакатов «Работать здесь» и «Заземлено».

Работы в электроустановках напряжением до 1000 В со снятием напряжения можно выполнять как с наложением переносных заземлений, так и без наложения заземлений, но с принятием технических мер, предотвращающих ошибочную подачу напряжения на место работ.

Все указанные технические мероприятия допускающий (работник оперативной службы) с квалификационной группой не ниже III может выполнять единолично.

Для обеспечения безопасного выполнения работ должны быть отключены от напряжения все токоведущие части; на которых проводится работа, и те токоведущие части, которые могут быть доступны прикосновению при выполнении работ. Доступные прикосновению неизолированные токоведущие части можно не отключать, если они будут надежно ограждены изолирующими накладками из сухих изоляционных материалов.

Электроустановка, на которой предстоит работать бригаде, должна быть отключена таким образом, чтобы она со всех сторон была отделена от токоведущих частей, находящихся под напряжением, с помощью коммутационной аппаратуры (рубильники, автоматы, магнитные пускатели, контакторы и т. д.) или снятием предохранителей.

Коммутационная аппаратура с ручным приводом управления, при помощи которой отключают напряжение на электроустановке для выполнения работ, по конструкции должна быть такой, чтобы можно было видеть положение рабочих контактов, для того чтобы убедиться в отключенном состоянии этой аппаратуры.

Если для установления отключенного положения аппарата необходимы осмотр с обратной стороны панели или снятие кожухов, корпусов, то это разрешается при условии, что указанные операции выполняются легко и без опасности замыкания или токоведущих частей, или прикосновения к токоведущим частям лиц, выполняющих эту работу. Если ясно, что положение рукоятки или указателя коммутационной аппаратуры этого типа с закрытыми контактами соответствует положению контактов, можно не снимать кожух для проверки отключения.

Другая часть коммутационной аппаратуры (контакторы, магнитные пускатели, автоматы и др.) — с автоматическим приводом и дистанционным управлением с доступными осмотру контактами. Во избежание ошибочных включений коммутационной аппаратуры необходимо

снять предохранители оперативного тока, отсоединить концы включающей катушки.

Если работы выполняются по каким-либо причинам без применения переносных заземлений, то принимаются дополнительные меры, которые препятствуют ошибочной подаче напряжения к месту работ (механические запоры приводов отключенных аппаратов, дополнительное снятие предохранителей, применение изолирующих накладок в рубильниках, автоматах и т. д.). Если нельзя принять эти дополнительные меры, то отсоединяют концы питающей линии на щите, сборке или непосредственно на месте работ, а отсоединенные концы изолируют (лентой, колпаками).

Когда на место работы может быть подано напряжение путем трансформации, необходимо для предотвращения этого отключить все связанные с рабочим местом силовые, измерительные и различные специальные трансформаторы со стороны высшего и низшего напряжений.

После отключения токоведущих частей от напряжения на рукоятках и ключах всех коммутационных аппаратов, а также корпусах, основаниях предохранителей, при помощи которых может быть подано напряжение к месту работ, вывешивают плакаты «Не включать — работают люди».

Расположенные в непосредственной близости от места работ и неотключенные токоведущие части, доступные случайному прикосновению рабочими во время работы, ограждаются. Временными ограждениями в электроустановках напряжением до 1000 В могут служить сухие, хорошо укрепленные изолирующие накладки из дерева, миканита, гетинакса, резины, текстолита и т. п. На всех временных ограждениях наносят предупредительные надписи «Стоять — опасно для жизни». Перед установкой переносные ограждения тщательно протирают от пыли сухой тряпкой. Устанавливать и снимать переносные ограждения, накладываемые непосредственно на токоведущие части, следует очень осторожно и в диэлектрических перчатках.

Во время работы членам бригады запрещается снимать плакаты, убирать и переставлять временные ограждения и переносные заземления.

После вывешивания предупредительных плакатов допускающий проверяет отсутствие напряжения между

всеми фазами и каждой фазой по отношению к земле и нулевому проводу на отключенной электроустановке, на которой предполагается выполнять ремонтные работы.

Отсутствие напряжения проверяют указателем напряжения или переносным вольтметром. Чтобы не было ошибки, надо установить исправность этих приборов непосредственно перед проверкой отсутствия напряжения на расположенных вблизи токоведущих частях и частях, заведомо находящихся под напряжением. Если рядом таких токоведущих частей нет и нельзя проверить указатель или вольтметр на неисправность на месте работ, допускается их предварительная проверка на отключенном участке в другом месте. Когда предварительно проверенный прибор уронен или во время переноса он подвергался толчкам либо ударам, то применять его без повторной проверки запрещается. Указатель напряжения или вольтметр, применяемый для проверки отсутствия напряжения в электроустановках напряжением до 1000 В, должен быть по своим характеристикам рассчитан на номинальное линейное напряжение установки.

После проверки отсутствия напряжения на той электроустановке, на которой предполагается выполнять ремонтные работы, сразу же накладывают переносные заземления.

При работе на сборных шинах распределительных щитов и силовых сборок, на которые напряжение может быть подано более чем по двум присоединениям, на токоведущие части обязательно накладывается переносное заземление. Наложение и снятие переносного заземления проводят два лица оперативного и оперативно-ремонтного персонала с квалификационной группой не ниже IV. Заземление в распределительных щитах и сборках накладывается на предварительно отключенные токоведущие части на всех присоединениях, откуда может быть подано напряжение, или непосредственно на месте работ. Переносные заземления могут быть отделены от токоведущих частей или того оборудования, на которых непосредственно проводится работа, отключенными рубильниками, автоматами, снятыми предохранителями, демонтированными шинами, отсоединенными концами кабельных линий и т. д.

Переносные заземления накладываются таким образом, чтобы они были расположены на безопасном расстоянии от токоведущих частей, находящихся под напря-

жением. Места наложения заземления на шинах должны быть очищены от краски и окаймлены черной полосой. Место присоединения переносных заземлений к шине заземляющего контура также должно быть зачищено, смазано от ржавления и оборудовано «барашками» для удобства завертывания и создания хорошего контакта между переносным заземлением и контуром заземления.

Наложение переносных заземлений является ответственной операцией выполнения технических мероприятий, поэтому выполнять ее необходимо в строго определенной последовательности.

Перед проверкой отсутствия напряжения переносные заземления должны находиться у места наложения заземления и одним зажимом присоединены к заземляющему контуру. Сразу после проверки отсутствия напряжения остальные зажимы заземлений накладываются на токоведущие части всех фаз при помощи специальных штанг или непосредственно руками в диэлектрических перчатках. Дальше закреплять зажимы разрешается руками без диэлектрических перчаток.

Снимают переносные заземления в обратном порядке, т. е. сначала отсоединяют от токоведущих частей, а затем от заземляющего контура.

Переносные заземления изготавливают из гибкого медного провода сечением не менее 16 мм<sup>2</sup>.

Присоединение заземляющих и закорачивающих проводов путем скрутки запрещается.

### **§ 31. РАБОТЫ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ**

Работы на воздушных линиях напряжением до 1000 В в отношении мер безопасности разделяются на три категории:

- работа на отключенной линии вдали от других действующих воздушных линий;
- работа на отключенной линии вблизи других действующих воздушных линий;
- работа на линии, находящейся под напряжением.

Работы на воздушных линиях проводятся по наряду или устному распоряжению.

По наряду проводятся следующие работы:

- на отключенной линии (вдали или вблизи других линий) и на отключенной цепи многоцепной линии, когда другие цепи находятся под напряжением;

без снятия напряжения с подъемом на опору выше 3 м от уровня земли, за исключением работ по очистке осветительной арматуры и смене ламп, расположенных ниже фазных приводов, и замене предохранителей, установленных на деревянной опоре без заземляющих спусков;

с откопкой «ноги» опоры на глубину более 0,5 м;

с разборкой конструктивных элементов опор;

с применением высокогабаритных машин и механизмов в пределах охранной зоны линии, находящейся под напряжением выше 1000 В.

Все прочие работы проводятся без наряда, по устному распоряжению. Производитель работ, выполняемых по нарядам и распоряжениям, должен иметь квалификационную группу не ниже III.

Чтобы на отключенной линии можно было безопасно работать, необходимо выполнить следующие технические мероприятия:

линия должна быть отключена от напряжения со всех сторон, откуда оно может быть подано к месту работы; отключают напряжение рубильником или снятием предохранителей; непосредственно у коммутационного аппарата или предохранителей накладывается переносное заземление. Если наложение заземления невозможно, то принимают меры, препятствующие ошибочной подаче напряжения к месту работ (запоры, прокладки, отсоединение проводов и т. д.);

на рукоятках всех отключенных коммутационных аппаратов, а также и на корпусах, основаниях предохранителей, при помощи которых может быть подано напряжение к месту работы, вывешивают плакаты «Не включать — работают люди»;

на месте работы на линии проверяют отсутствие напряжения и на провода линии накладывают заземление,

Проверка отсутствия напряжения на проводах воздушной линии, а также на линиях совместной подвески (радиотрансляции, телемеханики, связи) проводится указателем напряжения.

Заземления устанавливаются в одном месте на той опоре, на которой проводится работа, или на ближайшей к месту работы опоре. Разрешается устанавливать переносные заземления с двух сторон рабочего места, при этом расстояние между заземлениями должно быть не более 2 км.

Переносные заземления накладываются на все провода совместной подвески (связи, радиотрансляции, телемеханики) на опорах воздушной линии. Наложение и снятие заземления проводится в диэлектрических перчатках или с помощью штанги из диэлектрического материала. Проверка отсутствия напряжения и наложения заземления выполняется двумя лицами, одно из которых — производитель работ, а другое — член бригады с квалификационной группой не ниже III, а снятие заземления — двумя лицами, имеющими квалификационную группу не ниже III.

При наложении заземления на воздушную линию сначала присоединяют его к заземлителю, а затем накладывают и закрепляют на проводах линии. Разрешается присоединение переносного заземления к спуску повторного контура заземления нулевого провода, если работа проводится в сетях с заземленной нейтралью.

В случае обнаружения лежащего на земле обрвавшегося провода или провисающего провода действующей линии напряжением до 1000 В разрешается удаление его лицом с квалификационной группой не ниже III при соблюдении особой осторожности и при условии применения соответствующих изолирующих средств (диэлектрических перчаток). При этом необходимо принять меры для предупреждения возможного приближения к проводу людей и животных (оградить или поставить охрану из людей, которых необходимо проинструктировать об опасности электротока и приближения к лежащему проводу).

Измерения сопротивления повторных контуров заземлений на линиях напряжением до 1000 В без подъема на опору проводятся без снятия напряжения двумя лицами с квалификационной группой не ниже II без наряда. Отсоединение спуска от контура с помощью развинчивания болтового соединения и обратное его подсоединение проводятся в диэлектрических перчатках. Во время работы по замерам сопротивления заземления запрещается касаться отсоединенного от заземления конца спуска от проводов. Если болтовых разъёмных соединений спуска к заземлению нет, то работы по отсоединению и подсоединению этого спуска от нулевого провода проводятся по наряду с отключением и заземлением проводов линии на месте работ. Если нельзя отключить линию, то работы выполняют под напряжением при расположении нулевого провода ниже фазных проводов в диэлектрических пер-

чатках и при установке изолирующих ограждений на фазных проводах во избежание касания работающего во время отсоединения заземляющего спуска.

Если проводятся работы по перетяжке и замене проводов на воздушных линиях напряжением до 1000 В и на линиях уличного освещения, подвешенных на опорах линий напряжением выше 1000 В, то отключается напряжение на всех линиях до 1000 В и выше и заземления накладываются с двух сторон места работы. В этом случае работы выполняются по наряду бригадой в составе не менее двух лиц, квалификационная группа одного из которых должна быть не ниже IV.

Работы по обслуживанию светильников и замене ламп уличного освещения без снятия напряжения разрешаются в том случае, когда на деревянных опорах нет заземляющих спусков и светильники расположены ниже фазных проводов. Проводятся эти работы по устному распоряжению двумя лицами, одно из которых должно быть с квалификационной группой не ниже III.

Ремонтируют арматуру наружного освещения и меняют электролампы в светильниках, подвешенных на тросах или кронштейнах опор, с телескопической автовышки, оборудованной изолированной корзиной, без снятия напряжения, по устному распоряжению. Если арматура и светильники расположены на железобетонных, металлических или деревянных опорах с заземляющими спусками или на уровне или выше фазных проводов, то работы по чистке арматуры и замене ламп с опоры или с приставной лестницы проводятся по наряду с отключением напряжения и заземлением на месте работ всех проводов линии, расположенных на опоре.

Ртутная лампа имеет рабочую температуру примерно 400° С, и вывинчивать ее из светильника можно лишь через 8—10 мин после отключения.

Предохранители, установленные на деревянной опоре без заземляющих спусков и ниже фазных проводов, заменяют под напряжением, без наряда, по устному распоряжению два человека в диэлектрических перчатках и предохранительных очках; один из них должен иметь квалификационную группу не ниже III.

Замена предохранителей под нагрузкой запрещена, кроме случаев, когда заменяют пробочные или трубчатые предохранители закрытого типа.

Предохранители на металлических, железобетонных

опорах, а также на деревянных с заземляющими спусками заменяют без снятия напряжения и без наряда, только с помощью автовышки с изолированной корзиной. Корзина при этом не должна касаться проводов или опоры. Замена предохранителей, установленных на опоре, во время грозы запрещается. Заменять предохранители в темное время суток можно только на деревянных опорах без заземляющих спусков, без наряда, двум лицам, одно из которых должно иметь квалификационную группу не ниже III.

Измерять габариты и стрелы провеса проводов линий, находящихся под напряжением, разрешается без подъема на опору, с земли при помощи угломерного инструмента. Эту работу по распоряжению выполняет одно лицо с квалификационной группой не ниже II. Если для измерения требуются шесты и рулетки, то в этом случае линия должна быть отключена и заземлена на месте работ, а работа проводится по наряду.

Иногда необходимо измерить габариты пересекающихся линий. Если замеры проводятся с применением шестов и рулеток, обе линии должны быть отключены и заземлены на месте работ.

### **§ 32. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УСТАНОВКЕ И СНЯТИЮ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКОВ**

При работе во вторичных цепях трансформаторов тока необходимо быть особенно осторожным, так как во время разрыва этих цепей появляется опасность поражения током повышенного напряжения, которое возникает вследствие отсутствия второй намагничивающей силы. Поэтому при необходимости разрыва вторичной цепи выводы вторичной обмотки измерительного трансформатора тока предварительно следует замкнуть накоротко на специально предусмотренных для этого зажимах.

Работать во вторичных цепях следует инструментами с изолированными ручками, причем металлический стержень отвертки должен быть изолирован от ручки до жала отвертки (неизолированным оставляют конец отвертки не более 2 мм).

Работы по установке, снятию и проверке электросчетчиков, включенных через трансформаторы тока, проводят без наряда (при снятом напряжении с установки).

два лица, имеющие один IV, а другой III квалификационные группы.

Выполнение работ по установке, снятию и проверке трехфазных и однофазных электросчетчиков непосредственного включения без измерительных трансформаторов в сетях напряжением до 380 В допускается одним лицом с квалификационной группой не ниже III при снятии напряжения с данной установки.

Установку, снятие и проверку однофазных счетчиков электрической энергии прямого включения (без трансформаторов тока) напряжением 127—220 В, установленных на высоте не выше 1,7 м, в помещениях без повышенной опасности (сухих, отопливаемых, нежарких, с плохо проводящими полами) может производить под напряжением один электромонтер с квалификационной группой не ниже III. Инструмент в этом случае применяется только с изолированными рукоятками.

При выполнении работ по установке, замене и снятию электросчетчиков и подключению измерительных приборов для проверки при наличии испытательных блоков не требуется отключения электроустановки от электросети. Присоединение проводников от измерительных трансформаторов к зажимам испытательных блоков, прозвонка цепей тока и напряжения проводится при полном снятии напряжения с данной установки.

Установка и монтаж испытательных блоков проводятся двумя лицами с квалификационной группой IV и III.

### **§ 33. ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ВНУТРЕННИХ ПРОВОДОК. ПЕРЕНОСНОЙ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТ. РАБОТА НА ВЫСОТЕ**

Производственные помещения по мерам безопасности подразделяются на следующие категории:

1. Помещения с повышенной опасностью. Они характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

сырость или токопроводящая пыль;

токопроводящие полы (металлические, железобетонные, земляные, кирпичные и др.);

возможность одновременного прикосновения к имеющимся металлоконструкциям зданий и металлическим частям оборудования, соединенных с землей, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования,

которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, — с другой.

2. Особо опасные помещения. Эти помещения характеризуются наличием одного из следующих условий; создающих особую опасность:

особая сырость (относительная влажность близка к 100%, когда пол, стены, потолок покрыты влагой);

химически активная среда;

одновременное наличие двух условий и более повышенной опасности.

3. Помещения без повышенной опасности. В этих помещениях отсутствуют условия, создающие повышенную опасность и особую опасность.

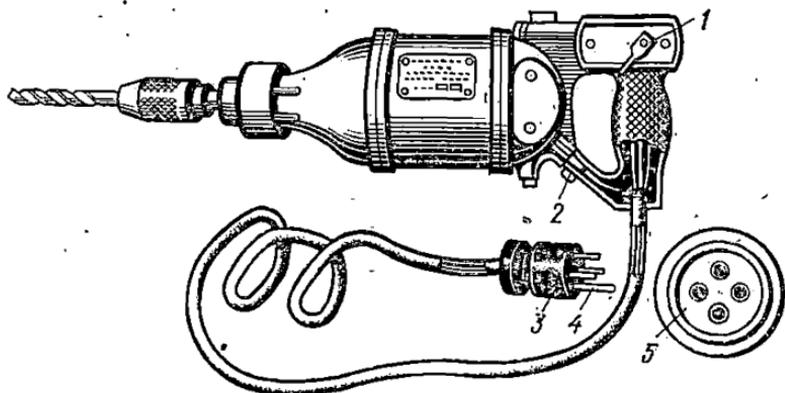


Рис. 19. Безопасный электроинструмент:

1 — выключатель, 2 — заземляющий контакт, 3 — вилка, 4 — контакт заземлений, 5 — штепсельная розетка

При работах в помещениях без повышенной опасности допускается применение переносного электроинструмента на напряжение не выше 220 В. При пользовании ручным переносным электроинструментом (электродрель, электропаяльник) возникает повышенная опасность поражения рабочего электротоком, так как изоляция часто нарушается из-за непрерывного перемещения инструмента, а также вследствие разрушения ее различными веществами (кислотами, щелочами, минеральными маслами). Как правило, переносной электроинструмент следует применять с двойной изоляцией.

В помещениях с повышенной опасностью и в наружных установках используют переносной электроинструмент на напряжение не выше 36 В (рис. 19). В этом слу-

Чае корпус инструмента должен иметь специальный зажим для присоединения заземляющего провода с отличительным знаком «З» или «Земля». В этих помещениях применяются переносные светильники напряжением не выше 36 В, а в помещениях особо опасных и вне помещений — не выше 12 В.

В особо опасных помещениях разрешается работать переносным электроинструментом напряжением не выше 36 В с обязательным использованием защитных средств.

Подключение переносных электроприемников к электросети должно осуществляться штепсельными разъемами, причем разъемы, применяемые на напряжении 12 и 36 В, по конструкции должны отличаться от разъемов напряжением 127 и 220 В. Это делается во избежание ошибочного включения электроприемника, рассчитанного на пониженное напряжение 12 или 36 В, в сеть 127 или 220 В.

Переносной трансформатор не следует вносить внутрь котлов, металлических резервуаров и т. д. Для переносного электроинструмента и освещения запрещается использовать автотрансформаторы, поскольку его вторичная обмотка имеет электрическую связь с первичной обмоткой высшего напряжения. Помимо понизительных трансформаторов источником питания может служить аккумуляторная батарея.

Для присоединения электроинструмента применяют шланговый провод марки ШВРШ или многожильный гибкий провод марки ПРГ или ВРГ, заключенный в резиновый шланг.

Для заземления корпуса необходимо прокладывать специальный проводник. Штепсельные разъемы для переносных электроинструментов должны иметь специальные гнезда и штырьки для подключения заземляющего проводника.

При монтаже внутренних электропроводок необходимо, чтобы одежда рабочего-электромонтера плотно прилегала к телу, на голове был головной убор или защитная каска. При пробивке отверстий, следует пользоваться защитными очками.

Работы по выгибанию труб, затягиванию в них проводов, натяжке проводок и тросов необходимо выполнять в брезентовых рукавицах. Пайку и сварку проводов выполняют в защитных очках и рукавицах.

Натягивать провода сечением более 4 мм<sup>2</sup> на опорах

воздушных линий надб с подмостей. Рабочее место на высоте ограждают перилами высотой не менее 1 м, а к краям настила подмостей прибывают бортовую доску высотой не менее 15 см. Инструмент и мелкие детали переносят и хранят в специальных ящиках и сумках, которые выдаются лицам, работающим на высоте.

Разрешается использовать приставные деревянные лестницы длиной не более 5 м. Нижние концы лестниц оборудуются шипами или резиновыми наконечниками в зависимости от конструкции пола. Если пол земляной или деревянный торцовый, то лестница оконцовывается металлическими шипами; если же пол деревянный крашенный, паркетный, бетонный, асфальтовый и т. д., то лестница оконцовывается резиновыми наконечниками. Лестницы делают из сухого дерева без сучков. Прочность ее испытывают не реже одного раза в год, а исправность проверяют перед каждым использованием. Испытание проводят с помощью груза массой 200 кг, который прикладывают на горизонтально расположенную на опорах лестницу. Перекладины лестницы врезают в тетивы и перед работой проверяют. Запрещается работать на лестницах, у которых перекладины прибиты гвоздями.

Аппараты и детали оборудования, поднятые на высоту, необходимо сразу же закрепить во избежание их случайного падения. Поднимать и устанавливать аппаратуру массой более 20 кг на высоте разрешается только двум лицам.

#### **§ 34. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Помещения сельскохозяйственного производства, как правило, относятся к особо опасным с повышенной опасностью поражения электрическим током.

Сельскохозяйственные помещения, в которых содержатся животные, а также теплицы и парники, как правило, имеют относительную очень высокую влажность.

Кроме того, в коровниках, на свинофермах, птичниках всегда имеется наличие аммиака, сероводорода, т. е. химически активных веществ; разрушающих изоляцию проводов, аппаратов, а также токоведущие части электроустановок.

Учитывая все эти факторы, к электроустановкам в помещениях сельскохозяйственного производства предъявляют повышенные требования безопасности.

Сельские потребители, в том числе и электроустановки производственных помещений, питаются от электрических сетей напряжением 380/220 В. Нейтраль трансформаторов имеет глухое заземление.

Защита животных и обслуживающего персонала от поражения электрическим током осуществляется с помощью зануления.

В зависимости от сырости в помещениях конструктивно по-разному выполняют монтаж зануляющих проводников: в сухих помещениях их прокладывают по стене, в сырых — на расстоянии не менее 10 мм от стены на изолирующих прокладках. Использовать оболочки кабелей для магистралей зануления не разрешается. Зануляющие провода присоединяют к магистрали зануления с помощью сварки. Присоединяют их к оборудованию сваркой или с помощью болтов с пружинящими шайбами, для того чтобы не ослабили контакты зануления с оборудованием. Зануляющие провода при присоединении их к оболочкам кабеля пропаивают и закрепляют хомутиками.

Все оборудование, аппараты, корпуса которых подлежат занулению, присоединяются к магистрали зануления отдельным проводом: в нем не должно быть разрывов или встроенных аппаратов отключения. Все предохранители и другие аппараты встраивают в фазные провода.

Для предохранения зануляющих проводников от газов, электрокоррозии, едких паров их окрашивают изолирующей стойкой черной краской.

В отдельных случаях на животноводческих фермах помимо зануления корпусов оборудования их еще дополнительно заземляют.

Таким образом, зануление служит для быстрого отключения неисправного оборудования или участка электросети, а дополнительное заземление выравнивает потенциалы. В животноводческих фермах заземление оборудования без зануления не применяется, так как в случае однофазного замыкания на корпус ток будет недостаточен для срабатывания защиты отключения поврежденного участка, что приведет к массовой гибели скота.

Нулевой провод должен иметь меньшее сопротивление, чем фазный провод. В обычных условиях его сопротивление равно примерно половине сопротивления фазного провода, что обеспечивает быстрее срабатывание защиты и ее избирательное действие. Сечение и марка нулевого провода обычно применяются одинаковые с фазными проводами.

С целью большей безопасности животных и птиц электродвигатели, пусковая и защитная аппаратура устанавливаются вне помещений, в которых содержатся животные. Если оборудование нельзя вынести за пределы животноводческой фермы, то его подбирают по условиям окружающей среды.

Для обеспечения безопасного содержания скота на животноводческих фермах в ответвления от магистрального водопровода к автопоилкам и от вакуумпровода к доильному аппарату устраивают изолирующие вставки длиной не менее 1 м. В этом случае при однофазном замыкании общее сопротивление цепи увеличивается на сопротивление вставки и сопротивление тела животного, так как они включаются в цепь последовательно.

Для надежной защиты животного вставка должна иметь сопротивление 8000—20 000 Ом (сопротивление животного примерно 1000 Ом). В этом случае напряжение прикосновения за вставкой будет равно не более 24—10 В. Сопротивление вставки зависит от материала и его содержания в чистоте. Обычно применяются полиэтилен, прорезиненные трубы, фторопласт и др.

В тех случаях, когда невозможно избежать появления опасного потенциала на трубопроводах, принимают меры по выравниванию разности потенциалов между автопоилкой и полом. Для этого в пол закладывают металлические сетки или прутки, к которым присоединяют все трубопроводы, металлоконструкции. Зануление в этом случае выполняется обычным методом. Таким образом, выравнивание потенциала — это метод снижения напряжений прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек.

При работах в парниках или теплицах необходимо соблюдать особые условия безопасной работы, так как нагрев земли или воздуха производится с помощью электроэнергии.

По опасности поражения током парники делятся на две категории: А — напряжение питания нагревательных электродов более 65 В; они не изолированы и находятся в земле-или воздухе; Б — напряжение до 65 В — электроды не изолированы; напряжение питания более 65 В — электроды проложены в асбестоцементных трубах или используются специальные нагревательные кабели.

Парники категории А огораживают забором высотой 2 м на расстоянии не менее 1 м от других парников.

Перед включением парников необходимо убедиться, что на территории отсутствуют люди. Неэлектротехнический персонал может работать в парниках категории А только при отключенном напряжении.

Перед включением парников категории Б необходимо известить об этом всех работающих. В этих парниках разрешается работать при включенном электрообогреве инструментом с деревянными ручками на глубине не более 25 см. Голые руки нельзя погружать в землю. Во избежание поражения шаговым напряжением в парниках нельзя изменять коммутацию электрообогрева без согласования с организацией, которая несет ответственность за безопасное обслуживание.

### **§ 35. РАБОТЫ НА ЛИНИЯХ СВЯЗИ И РАДИОФИКАЦИИ**

Производство земляных работ под котлованы для опор линий связи и кабельные линии выполняется с теми же условиями, что и для воздушных и кабельных линий электропередачи (см. § 22, 25).

Производство работ на воздушных линиях связи и радиофикации при ветре 8 баллов и более (ветер ломает тонкие ветки и сухие сучья деревьев), во время грозы, снежных буранов запрещается. Как исключение допускается работа по ликвидации аварий, при этом ее выполняют не менее чем два работника.

Производство работ на особо опасных и ответственных участках проводится при личном участии и руководстве опытных работников, назначенных администрацией, а также начальников участков, инженеров, электромехаников.

К таким работам относятся:

устройство, переоборудование и ремонт пересечений линий связи и радиофикации с ЛЭП любого напряжения, контактными проводами трамваев и троллейбусов, элек-

трифицированных железных дорог, а также с фидерными радиотрансляционными линиями II класса;

подвеска проводов на опоры электросети и их регулировка;

установка и замена опор, демонтаж проводов и линий в городах и крупных населенных пунктах;

подвеска и демонтаж проводов на воздушных линиях связи и радиофикации, подверженных влиянию электрифицированных железных дорог переменного тока;

установка защитных устройств при подвеске фидерных радиотрансляционных цепей на опорах линий электропередачи напряжением 3—10 кВ;

устройство мачтовых переходов, замена оконечных, угловых, кабельных и других сложных опор;

вырубка просек и заготовка, погрузка и разгрузка столбов с железнодорожных платформ и автомобилей;

использование строительных машин для работы вблизи линий электропередач.

При работах по вырубке просек, заготовке столбов, установке и замене опор, подвеске проводов необходимо соблюдать те же правила, что и при соответствующих работах на воздушных линиях электропередач.

При выполнении работ по подвеске радиотрансляционных проводов на опорах линий электросети подвешиваемые провода до их натяжения должны быть заземлены.

Кабельные опоры оборудуются кабельными площадками, ступеньками и молниеотводами. Все это оборудование прочно прикрепляется к кабельному столбу, а площадки ограждаются перилами и изолируются от заземления.

В тех случаях, когда выполняют ремонтную работу в кабельном ящике, дистанционное питание необходимо отключать. Если отключить это питание нельзя, то при испытании цепей на кабельной опоре работу проводят в диэлектрических перчатках. Испытание цепей, включенных в защитные и согласовывающие устройства и подвешенных на траверсах кабельной опоры (дренажные и запирающие катушки, автотрансформаторы и др.), а также ремонт этих устройств работник должен проводить, закрепившись цепью предохранительного пояса к опоре. Выполнение этих работ без предохранительного пояса не допускается. Запрещается работа на кабельной опоре во время или при приближении грозы.

Подача инструментов и деталей на кабельную опору с земли проводится при помощи спущенной с опоры веревки, подбрасывание их с земли на площадку опоры запрещается.

Трос, подвешенный к кабельной опоре и к которому крепится кабель, должен иметь не менее трехкратного запаса прочности при самых неблагоприятных метеорологических условиях.

При работе на лестнице ее следует прикрепить скобами к тросу и не допускать передвижения лестницы по тросу с находящимися на ней рабочими. Лестница оборудуется стальными наконечниками на концах, опирающихся на землю. При работе на угловой кабельной опоре лестницу следует устанавливать и работать на ней только с внешней стороны угла. Подъем кабеля с земли для подвески его проводят с помощью блоков, надежно укрепленных на опоре. Перед началом работ проверяют исправность троса, пропущенного в блоки.

При подвеске кабеля в пролете пересечения с линией электропередачи необходимо работать в диэлектрических перчатках и галошах и инструментом с изолирующими ручками. Подвешиваемый трос должен быть заземлен.

При работе на кабельной опоре паяльной лампой ее и разогретую массу подают в паяльном ведре и после надежной установки его на площадке вынимают лампу и чайник с разогретой массой.

Сварку проводов термитными патронами проводят на высоте и на опоре. На линиях, имеющих два провода, или в пролетах с высотой подвески проводов выше 8,5 м сварку проводов проводят на земле или делают вставку и сварку проводят на опорах. В исключительных случаях сварку проводов при подвеске высотой до 8,5 м выполняют с лестницы. В этом случае верхний конец лестницы привязывают сухой веревкой к надежному несвариваемому проводу. Рабочий-сварщик должен находиться от свариваемого провода на расстоянии не менее 0,5 м, иметь предохранительный пояс с цепями и карабинами и выполнять работу в защитных очках с темными стеклами или с защитным специальным приспособлением, укрепленным на сварочных клещах.

При натягивании и регулировке проводов связи и проводов радиотрансляционных линий, проходящих под линией электропередачи, натягиваемый провод необходимо

заземлять с двух сторон линии передачи до места соприкосновения людей с проводами. Чтобы натягиваемый провод при обрыве не захлестывался за провод пересекаемой линии, необходимо через натягиваемый провод до его подъема перекинуть веревку с обеих сторон пересекающей линии. Концы веревок закрепляют за вбитые в землю кольца. Длина веревки должна быть равна двойному расстоянию от земли до самой низкой точки натягиваемого провода после его укрепления.

Работы по устройству пересечений во время дождя и снегопада запрещаются.

В местах сближения и пересечения с линиями электропередачи перед началом работ с проводами, оборудованием радиотрансляционной сети или с проводами связи необходимо проверить, нет ли на них опасного напряжения (между проводами и землей). Отсутствие напряжения проверяют индикатором напряжения или переносным вольтметром, провода которого должны иметь надежную изоляцию и наконечники с изолированными ручками.

Если обнаружится постороннее напряжение на проводах связи или радиотрансляции, монтер не имеет права приступать к работе. Он должен поставить об этом в известность мастера и вызвать работника соответствующего участка электросети для устранения повреждения.

При работе на домовых распределительных радиотрансляционных сетях необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

Все абонентские радиотрансляционные пункты, имеющие воздушные вводы, должны иметь защитные устройства. В местах установки трансформаторов с фидерным напряжением 340 В и выше должна быть предостерегающая надпись об опасном напряжении. Запрещается касаться громкоговорителей, штепсельных розеток и проводов трансляционной сети во время грозы. Работу по прокладке кабеля со свинцовой оболочкой выполняют в брезентовых рукавицах, а после окончания работ руки нужно тщательно вымыть.

При штроблении и пробивке отверстий необходимо пользоваться предохранительными очками с небьющимися стеклами и в рукавицах. При этом следят за тем, чтобы не повредить инструментом скрытой в стене электропроводки и не подвергнуться тем самым опасности поражения электрическим током.

При выполнении работ по ремонту кабелей радиофикации соблюдают следующие правила безопасности.

Без снятия напряжения разрешается проводить работы на абонентских кабелях напряжением 15 и 30 В. Работа на фидерных распределительных кабелях напряжением 120 В допускается без снятия напряжения в диэлектрических перчатках, диэлектрических галошах и инструментом с изолирующими ручками. Ремонт фидерного кабеля напряжением 240 В и выше разрешается проводить только после снятия напряжения бригадой не менее чем из двух человек по наряду или устному распоряжению с записью в журнале.

Никто из бригады не должен приступать к работе до тех пор, пока не получит от руководителя работ точного указания, что кабель отключен и можно приступать к работе.

Разрезать и вскрывать кабель, а также чугунные и свинцовые муфты можно только в присутствии руководителя работ. При разрезании кабеля ножовка должна быть заземлена на металлический штырь, вбитый в землю на глубину не менее 0,5 м. Заземление осуществляется гибким изолированным проводом сечением 6—10 мм<sup>2</sup>.

Снимать оболочку и изоляцию жил кабеля необходимо в диэлектрических перчатках и галошах, пользуясь инструментом с изолирующими ручками.

Вскрыв кабель, надо с помощью индикатора или вольтметра убедиться в отсутствии напряжения на жилах кабеля. Убедившись в отсутствии напряжения на жилах кабеля, можно работать без диэлектрических перчаток.

При работах по измерениям кабелей связи и радиофикации необходимо соблюдать следующие безопасные условия работ.

Все работы на линии по измерению проводят два лица, одно из которых должно иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

Присоединять и отсоединять переносные приборы, требующие разрыва цепей, находящихся под напряжением, необходимо при полном снятии напряжения. Если эта работа не требует разрыва цепи, допускается ее производство под напряжением при условии применения проводов с высокой изоляцией (типа «магнето») и специальных наконечников с изолированными ручками, размер которых должен быть не менее 200 мм. Во время

измерений металлические корпуса приборов и измерительных трансформаторов должны быть заземлены. Электрические измерения кабельных линий связи, подверженных опасному влиянию линий электропередачи или электрифицированных железных дорог переменного тока, необходимо проводить в диэлектрических перчатках, стоя на диэлектрическом коврике или в диэлектрических галошах. Во время грозы измерять кабель запрещается.

### *Контрольные вопросы*

1. Какие организационные мероприятия обеспечивают безопасную работу с полным снятием напряжения? 2. Какие меры безопасности соблюдают при выполнении работ без снятия напряжения? 3. Каков порядок выполнения технических мероприятий для подготовки работ со снятием напряжения? 4. Какие работы выполняют на воздушных линиях напряжением до 1000 В по наряду? 5. Какие меры безопасности следует соблюдать при выполнении работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением? 6. Какие правила безопасности необходимо соблюдать при измерении сопротивления повторных контуров заземлений в сетях с заземленной нейтралью? 7. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работах в сетях наружного освещения? 8. На какие категории мер безопасности делятся производственные помещения? 9. Расскажите о правилах пользования переносным электронным инструментом. 10. Каковы особенности работ в помещениях сельскохозяйственного производства? 11. Какие дополнительные меры безопасности применяют для уменьшения напряжения прикосновения в сельскохозяйственных помещениях? 12. Какие вы знаете особо опасные участки линий связи, где работы проводятся при участии руководителей работ? 13. Расскажите об основных мерах безопасной работы на кабельной опоре линии связи. 14. Какие условия безопасности необходимо соблюдать при ремонте кабеля связи?

## **ГЛАВА IX**

### **ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.**

#### **ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

##### **§ 36. ПОНЯТИЕ О ГОРЕНИИ**

*Горением* называется химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и излучения света. Окислителями в процессе горения могут быть кислород, хлор, бром и некоторые другие вещества. Обычным окислителем в процессе горения является газообразный кислород, находящийся в воздухе.

Для того чтобы возникло и протекало горение, необходимо наличие горючего вещества, кислорода (воздуха)

и какого-либо источника зажигания с достаточным запасом тепловой энергии для передачи его реагирующим веществам.

В процессе горения постоянным источником зажигания является непосредственно зона горения, из которой и выделяется тепловая энергия.

*Горючее вещество* (материал, смесь, конструкция) — это вещество, способное самостоятельно гореть после удаления источника зажигания. Горючими веществами могут быть различные твердые вещества (уголь, бумага, древесина, каучук и др.), жидкости (нефть, бензин, керосин, мазут и др.) и газы (водород, метан, пропан и др.). Некоторые твердые вещества (каменный уголь, древесина, бумага) при нагревании в процессе пожара разлагаются на газообразные продукты, а жидкие горючие вещества испаряются и образуют с воздухом горючие смеси и сгорают в газообразном или парообразном состоянии. Причины загорания вещества следующие: самовозгорание, воспламенение, вспышка.

*Самовозгорание* — явление резкого увеличения скорости экзотермической реакции, приводящее к возникновению горения веществ (материал, смесь) в отсутствие источника зажигания.

*Самовоспламенение* — самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Ископаемые угли (бурый, каменный), сложенные значительным слоем в кучи или штабеля, могут самовозгораться. Причиной самовозгорания является способность углей окисляться при низких температурах, наличие влаги и мелкой фракции.

Из всех видов торфа способностью к самовозгоранию обладает фрезерный торф, причиной которого являются биологические и химические процессы, возникающие при низких температурах.

*Воспламенение* — это возгорание, сопровождающееся появлением пламени, а *возгорание* — возникновение горения под воздействием источника зажигания.

*Вспышка* — это быстрое сгорание смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Готовность горючей смеси к воспламенению определяется концентрацией в ней паров, пыли или газообразных продуктов. Не всякая смесь горючего вещества с воздухом способна к воспламенению. Существует минимальная и максимальная концентрация горючего вещества в

воздухе, ниже и выше которой воспламенение невозможно.

Концентрация горючего вещества в воздухе, ниже которой воспламенение смеси невозможно, называется *нижним концентрационным пределом воспламенения*. Так, для керосина нижний концентрационный предел составляет 1,4% по объему, для ацетона — 1,31%, бензина марки А-74 — 0,79%, фрезерного торфа — 20,2 г/м<sup>2</sup>. Для этих веществ концентрация в воздухе ниже указанной не является воспламеняющейся.

Концентрация горючего вещества в воздухе, выше которой воспламенение смеси не происходит, называется *верхним концентрационным пределом воспламенения*. Для керосина он составляет 7,5%, ацетона — 4,2%.

Горючие газы и смеси газов, а также твердые горючие вещества в виде пыли могут создавать с воздухом горючие смеси при любой температуре. Жидкости и твердые горючие вещества в виде крупных фракций (кусков) создают горючие смеси только при определенных температурах. Твердые горючие вещества и жидкости требуют для воспламенения не только нужной концентрации, но и определенной температуры. При нагревании выделяющиеся из них газы и пары достигают нижнего концентрационного предела только при условии, если эти вещества нагреты до температуры вспышки. При этой температуре образовавшаяся смесь газов и паров сгорает от источника воспламенения, но дальнейшее горение прекращается из-за недостаточности выделившегося при этом тепла. Если поддерживать далее более высокую температуру, которая называется *температурой воспламенения*, то вещество будет выделять газы или пары, количество которых окажется выше нижнего концентрационного предела, и при наличии вспышки (пламени, искры) образуется дополнительное тепло. Это тепло создает условия для выделения нового количества паров или газов и для установления устойчивого горения. Так происходит воспламенение вещества.

### **§ 37. ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИЧИНЫ ПОЖАРОВ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

Пожар — это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. В одних случаях его возникновение связано с нарушениями противопожарной безопасности при проектировании и

строительстве зданий и сооружений, в других — он является результатом нарушения противопожарного режима в период эксплуатации.

Как правило, пожар возникает в одном месте здания, а затем распространяется на другие части сооружений. Причинами возникновения пожара электрического характера являются:

искрение в электрических машинах и аппаратах;

токи коротких замыканий, а также значительные перегрузки проводников, вызывающие перегрев до температур, которые приводят к воспламенению изоляции проводов;

искрение от электростатических разрядов и ударов молний;

плохие контакты в местах соединения проводов, что приводит к выделению значительного количества тепла;

электрическая дуга между контактами коммутационной аппаратуры и при электросварке;

перегрузка и неисправность обмоток трансформаторов и электромашин при отсутствии защиты;

аварии с маслонаполненными аппаратами (выключатели, трансформаторы и др.), сопровождающиеся выбросом продуктов разложения, масла и смесей их с воздухом.

В электроустановочных изделиях загорание может произойти от коротких замыканий, а также от перегрузок, которые связаны с повышенным падением напряжения в контактах. Рост падения напряжения порождает большой нагрев контактов и приводит к воспламенению пластмассы или изоляции проводов.

Причины пожаров неэлектрического характера следующие: неосторожное обращение с огнем при газосварочных работах или с паяльной лампой; неисправности котельных агрегатов, печей, отопительных приборов; неисправность производственного оборудования (нагрев подшипников, механическое искрение и т. д.); самовоспламенение некоторых материалов.

### **§ 38. КЛАССЫ ПОЖАРООПАСНЫХ И ВЗРЫВООПАСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

*Пожароопасными помещениями* называются такие помещения (или наружные установки), в которых применяются или хранятся горючие вещества. Эти помещения делятся на четыре класса:

1. Помещения класса П-I, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45° С (склады минеральных масел и т. д.).

2. Помещения классов П-II, в которых выделяются горючие пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние (деревообделочные цехи, помещения мельниц, элеваторов и т. д.).

3. Помещения класса П-IIа, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества (дерево, ткани и т. д.).

4. Установки класса П-III — наружные установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров 45° С (открытые склады минеральных масел), а также твердые горючие вещества (открытые склады угля, торфа, дерева).

При выборе конструкции машин и механизмов, аппаратов и оборудования для производственных помещений и подстанций учитывают степень их пожарной опасности. Конструкции электрооборудования различают: открытые, защищенные, каплезащищенные, брызгозащищенные, закрытые, закрытые обдуваемые, продуваемые, пыленепроницаемые, маслonaполненные.

В пожароопасных помещениях классов П-I и П-II применяют машины пыленепроницаемого исполнения; в помещениях класса П-IIа и в наружных установках класса П-III — закрытого исполнения. Аппаратура управления электромашинами для всех классов рекомендуется в пыленепроницаемом исполнении.

Светильники в помещениях класса П-I применяются закрытые, а в помещениях классов П-II и П-IIа — защищенные и открытые типа «Универсаль», «Глубокоизлучатель», в наружных установках класса П-III — закрытые или влагозащищенные. Переносные светильники в помещениях всех классов применяются только закрытого исполнения с защитой стекла сеткой.

Электропроводки в пожароопасных помещениях всех классов применяют только защищенные (кабелем, проводом ПР и ПВ в стальных трубах). Допускается открытая проводка изолированным проводом на изоляторах при условии удаления их от мест скопления горючих материалов.

Закрытые трансформаторные подстанции с маслonaполненными трансформаторами должны иметь выход дверей камер трансформаторов в непожароопасные помещения.

*Взрывоопасными* называются установки, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси горючих газов с воздухом (или газом), а также горючих пылей или волокон с воздухом. Эти установки подразделяются в отношении их опасности на классы:

1. Помещения класса В-1, в которых выделяются горючие газы или пары в таком количестве и с такими свойствами, что образуют с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы технологического оборудования.

2. Помещения класса В-1а, в которых взрывоопасные смеси горючих газов и паров с воздухом образуются в результате аварии или неисправностей технологии.

3. Помещения класса В-1б — те же помещения класса В-1а, но имеющие следующие особенности:

а) горючие газы обладают высоким нижним пределом взрываемости (15% и более) и резким запахом газа при предельной норме;

б) образование в аварийном случае только местной взрывоопасной концентрации;

в) горючие газы и легковоспламеняющиеся горючие жидкости имеются в небольшом количестве, и работа с ними производится в вытяжных шкафах.

4. Установки класса В-1в — наружные, содержащие взрывоопасные газы, пары, легковоспламеняющиеся жидкости, где взрывоопасные смеси возможны только в аварийных режимах.

5. Помещения класса В-11, в которых выделяются горючие пыли или волокна, способные во взвешенном состоянии образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

6. Помещения класса В-11а, в которых взрывоопасные смеси пыли или волокон возможны в аварийном режиме технологии.

Во взрывоопасных помещениях устанавливается электрооборудование следующего взрывозащитного исполнения: взрывонепроницаемое, повышенной надежности против взрыва, маслonaполненное, продуваемое под давлением, искробезопасное, специальное.

В помещениях классов В-1 и В-11 применяется оборудование взрывонепроницаемого или продуваемого под избыточным давлением исполнения; в помещениях класса В-1а — любое взрывозащищенное для соответствующих категорий и групп взрывааемых смесей. В помеще-

ниях класса В-1б применяется невзрывозащищенное, но брызгозащищенное, а в помещениях класса В-IIа — закрытое обдуваемое или продуваемое оборудование.

Пусковая аппаратура в помещениях классов В-I и В-II устанавливается только взрывозащищенного с масляным наполнением исполнения; для классов В-Iа и В-1б — масляные магнитные пускатели повышенной надежности против взрыва (ПМ-700, КУ-700). Для взрывоопасных помещений всех классов рекомендуется электросети выносить в невзрывоопасные помещения. Допускается прокладка проводов внутри взрывоопасных помещений по стенам и конструкциям в наименее опасных местах.

### **§ 39. ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ ОТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

Электросети защищаются от токов короткого замыкания и перегрузок с минимально возможным временем отключения. От короткого замыкания защищаются все линии; сети и электрооборудование. Защита от перегрузок устанавливается:

в зданиях, где создают особо надежную работу осветительных и силовых сетей или где нет квалифицированного обслуживания;

во всех помещениях для сетей, проложенных открыто посредством незащищенных проводов с горючей изоляцией;

в осветительных сетях общественных и жилых зданий, служебно-бытовых помещениях предприятий, пожароопасных помещениях независимо от рода проводки;

в осветительных и силовых сетях взрывоопасных помещений и взрывоопасных наружных установках;

в силовых сетях предприятий в тех случаях, когда перегрузки вызваны условиями технологического процесса.

В сетях напряжением до 1000 В в качестве защитных аппаратов применяют плавкие предохранители и автоматические выключатели.

Номинальные токи плавких вставок предохранителей и токи уставок автоматов выбирают наименьшими по токам нагрузок. Завышенные предохранители, особенно некалиброванные, являются причинами нагрева проводов или обмоток электромашин до недопустимых преде-

лов в случае неисправности электросети или оборудования. Это часто приводит к загоранию изоляции проводов, переходящему в пожар.

Во время выполнения работ в порядке технической эксплуатации необходимо внимательно проверять состояние автоматов, предохранителей, проводов, оборудования. Ослабление контактов в местах присоединений (соединений) может привести к местному нагреву, а затем к нагреву провода и, как следствие этого, нагреву изоляции выше допустимых температур.

Особое внимание следует обращать на временные электропроводки, которые прокладывают на период демонтажа или ремонта постоянной проводки, а также на время ремонта строительной части помещений. Временные проводки часто плохо изолируются в местах соединения и подвергаются переносу, скручиванию, ударам и другим механическим воздействиям, что нарушает изоляцию проводов и вызывает короткое замыкание. Поэтому защиту от токов короткого замыкания этих проводов следует предусматривать обязательно, а провода необходимо защищать или подвешивать на высоте, недоступной для механических повреждений.

После окончания работ временные и постоянные осветительные и силовые электроустановки отключаются во избежание загораний от возможных коротких замыканий в электросетях.

Защите от статического электричества подлежат все сооружения, оборудование, на которых по условиям технологического процесса образуются электрические заряды, а их скопление создает опасность взрыва, пожара или поражения людей. Заряды статического электричества возникают при соприкосновении или трении твердых непроводящих материалов, при движении жидкостей и газов по трубам, при тряске, а также при ходьбе людей на резиновых подошвах, езде на автомобиле и т. д.

Для предупреждения накопления зарядов на оборудовании предусматривают следующие меры защиты:

1. Отвод зарядов посредством заземления оборудования.
2. Применение материалов с большей электропроводностью.
3. Увлажнение воздуха в опасных помещениях.
4. Заполнение аппаратов, емкостей инертным газом (азотом).

5. Устройство полов с повышенной электропроводностью.

6. Заземление всего оборудования в пожаро- и взрывоопасных помещениях.

7. Выполнение передвижных сосудов и аппаратов из электропроводного материала и использование для стекания зарядов гибких тросов и цепей.

Спротивление заземляющего устройства для защиты от статического электричества допускается не более 100 Ом.

#### **§ 40. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ**

В производственных помещениях при нарушении пожарной безопасности, а также при авариях не исключено возникновение очагов загорания, которые могут перейти в пожар.

Большую опасность распространения пожара представляют маслонаполненные аппараты — трансформаторы и выключатели. С целью ограничения пожара под трансформатором устраивают специальную маслоприемную яму, покрытую решеткой с гравием, в которую сливают масло при пожаре. Во всех электромашиных помещениях и там, где установлены маслонаполненные аппараты, необходимо иметь ящики с сухим песком, совки или лопаты и огнетушители.

Для тушения пожара в закрытых помещениях используют воду, водяной пар, химическую пену, специальные порошки, сухой песок, а для небольших очагов — асбестовую или грубошерстную ткань (кошму) для наброса.

Вода является наиболее дешевым и распространенным средством тушения. Однако ее нельзя применять при тушении легковоспламеняющихся жидкостей (бензина, керосина), так как она имеет большую плотность и, скапливаясь внизу жидкостей, увеличивает горящую поверхность. Водой также нельзя гасить карбид кальция, селитру, так как они выделяют в контакте с водой горючие вещества. Нельзя применять воду для тушения находящихся под напряжением электроустановок во избежание поражения электротоком через струю воды.

Водяной пар рекомендуется для тушения обмоток электрических машин, жидких горящих веществ и пожаров в закрытых помещениях.

Хорошие результаты даёт химическая пена при тушении пожара, которая образуется при смешивании пеногенераторных порошков с водой. Воздушно-механическая пена образуется размешиванием водного раствора пенообразователей с воздухом в пеногенераторе. Эта пена является лучшим средством тушения горящих нефтепродуктов.

Из химических средств огнетушения широко применяют углекислоту. Она применяется и в электроустановках под напряжением, так как безопасна в отношении поражения электротоком.

К числу первичных средств тушения загораний относятся внутренние пожарные краны, различные огнетушители, песок, кошмы.

Наиболее распространены пенные огнетушители ОП-5; углекислотные ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8, а также углекислотно-бромэтиловые ОУБ-3 и ОУБ-7 вместимостью 3 и 7 л.

Ручной пенный огнетушитель ОП-5 предназначен для тушения химической пеной различных материалов на небольшой площади горения. Продолжительность действия его около 1 мин. Для приведения в действие необходимо перекинуть его рукоятку до отказа, перевернуть баллон вверх дном и направить сопло на место огня.

Ручные углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8 вместимостью 2, 5 и 8 л приводятся в действие открытием запорного вентиля вращения маховичка.

#### **§ 41. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Для устранения причин пожара проводятся различные мероприятия — технические, эксплуатационные, организационные, режимные.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных норм при сооружении—зданий, устройств отопления, электрооборудования, устройств молниезащиты и др. Электрические машины с нормально искрящимися частями должны устанавливаться на расстоянии не менее 1 м от места скопления горючих веществ или отделяться несгораемым экраном. Щитки и выключатели осветительных цепей выносят из пожароопасных помещений. Распределительные устройства, щиты и шкафы напряжением до 1000 В и выше устанавливают в пожароопасном помещении только в закрытом и защи-

щенном исполнении; трансформаторы — с сухим или негорючим заполнением; изоляция проводов электропроводок должна быть рассчитана на напряжение не ниже 500 В; кабели не должны иметь джутовую оплетку, а конструкции, на которых крепятся кабели, выполняют из негорючего материала.

Эксплуатационные мероприятия предусматривают правильную техническую эксплуатацию производственных агрегатов, котельных и других установок и электрооборудования, правильное содержание зданий и территорий предприятия.

К организационным мероприятиям относятся разработка и издание инструкций и плакатов, а также обучение производственного персонала противопожарным правилам. На предприятиях создаются добровольные пожарные дружины, которые занимаются предупреждением пожаров на рабочих участках и имеют на случай пожара оснащение пожарной техникой.

Режимными мероприятиями являются ограничение или полное запрещение в пожароопасных местах применения открытого огня, курения, производства электро- и газосварочных работ.

Важнейшим мероприятием во время организации тушения пожаров является эвакуация людей и материальных ценностей из опасной зоны. Люди должны покинуть здание в кратчайший срок и в полной безопасности. Для вывода людей нельзя использовать лифты или подъемники, так как электропривод при пожаре может выйти из строя. Важно во время движения людей организовать строгий порядок, не допуская паники, толкучки и беспорядка.

Для спасения людей, находящихся в верхних этажах здания, когда в нижних происходит пожар, применяют автолестницы, которые имеются в пожарной команде. Высота лестниц 17, 30 и 45 м.

При тушении крупных пожаров администрация предприятия должна оказывать необходимую помощь вызванной пожарной команде. Во-первых, дежурный персонал должен своевременно сообщить о пожаре и принять первые неотложные меры, прежде всего отключить напряжение с установок аварийного участка и использовать подручные средства пожаротушения. Во-вторых, если на пожар привлечено несколько пожарных частей, то по обеспечению тушения пожара создается общее руковод-

ство, в состав которого входит представитель администрации предприятия. Зная особенности технологии производства, он помогает принять более оперативные меры по ограничению пожара или предупреждению взрыва. В третьих, администрация обязана при необходимости привлекать рабочих и механизмы (бульдозеры, экскаваторы и др.) для пожаротушения, а также добровольные пожарные дружины, созданные на предприятии и прошедшие специальную подготовку под руководством опытных работников пожарной команды.

#### *Контрольные вопросы*

1. Что называется горением? Какие условия необходимы для поддержания горения? 2. Расскажите о процессе воспламенения вещества. 3. Какие концентрации горючего вещества характеризуют его воспламенение? 4. Каковы причины пожаров электрического характера? 5. Расскажите о мероприятиях по устранению причин пожара на предприятиях. 6. На какие классы подразделяются пожароопасные помещения? 7. Какие установки называются взрывоопасными и на какие классы они делятся? 8. Назовите виды электрооборудования, которые устанавливаются в пожаро- и взрывоопасных помещениях. 9. Расскажите о защите электросетей от токов короткого замыкания.

## ГЛАВА X

### **ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШЕМУ**

Весь электротехнический персонал обязательно должен знать способы и приемы оказания первой доврачебной помощи пострадавшему при поражении электрическим током, ранениях, обморожениях, ожогах и обмороках, уметь остановить сильное кровотечение, наложить повязку на рану или ожог, перевязать перелом, привести человека в сознание, сделать искусственное дыхание, перенести пострадавшего и сопровождать его при перевозке.

#### **§ 42. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Оказание помощи при поражении электрическим током делится на два этапа:

1) освобождение пострадавшего от дальнейшего соприкосновения с находящейся под напряжением токоведущей частью электрооборудования (корпуса аппаратов, провода и др.);

2). оказание первой помощи до прибытия врача.  
Быстрое освобождение пострадавшего от действия электрического тока может быть достигнуто немедлен-

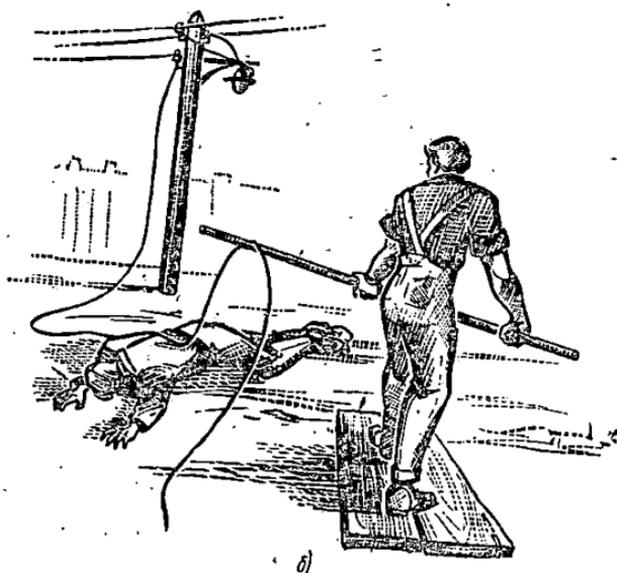
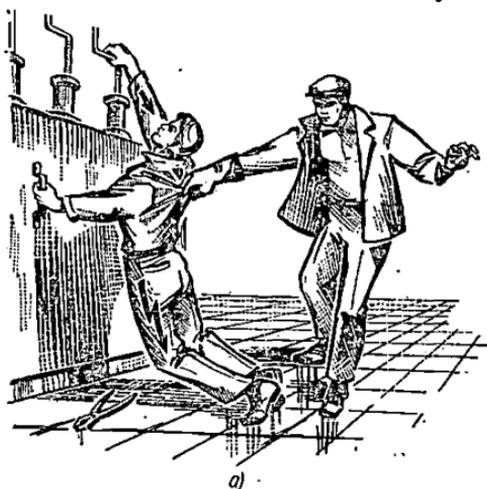


Рис. 20. Освобождение пострадавшего при поражении электрическим током:

*а* — вручную (рукой в резиновой перчатке), *б* — при помощи деревянного шеста

ным отключением соответствующей части электроустановки ближайшим отключающим аппаратом.

В случае отдаленности отключающего аппарата необ-

ходимо оттащить пострадавшего от электрооборудования, ухватив его за концы одежды рукой в резиновой перчатке (рис. 20, а), или, встав на сухие доски, отбросить длинным шестом провод, упавший на пострадавшего (рис. 20, б).

Если пострадавший находится на высоте, то надо предупредить или обезопасить его падение после освобождения от тока.

Если после освобождения пострадавшего от действия электрического тока установлено, что он не дышит,

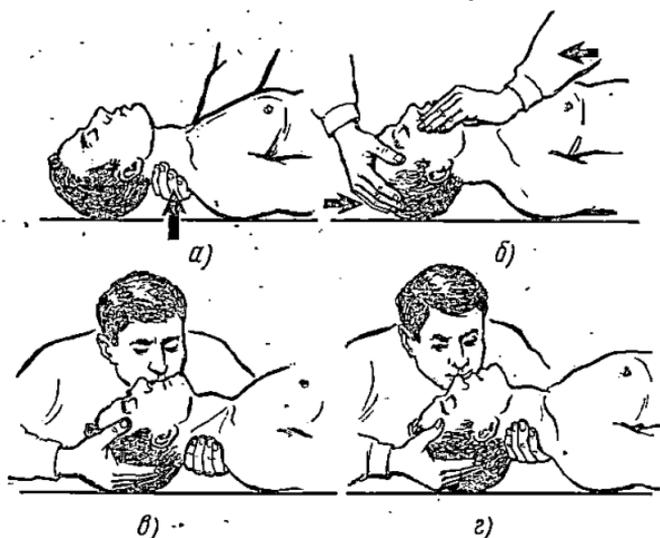


Рис. 21. Искусственное дыхание по способу «рот в рот»:  
а — исходное положение, б — открытие рта пострадавшего,  
в, г — вдувание воздуха в рот (в нос) пострадавшему

следует немедленно приступить к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца, с помощью чего можно поддерживать жизнь пострадавшего до прибытия врача.

Наиболее эффективным является искусственное дыхание методом «рот в рот» (рис. 21).

Пострадавшего следует положить на спину, встать с левой стороны, подвести под его затылок свою левую руку и откинуть его голову назад (рис. 21, а), в результате чего можно будет открыть рот пострадавшего (рис. 21, б) и освободить его от слизи с помощью носового платка, марли и т. п.

Сделав предварительно два-три глубоких вдоха, ока-

Зывающий помощь зажимает щекой или пальцами нос пострадавшего и, прижавшись ртом (через платок или марлю) ко рту пострадавшего, с силой вдует воздух в его легкие (рис. 21, а).

При невозможности полного охвата рта пострадавшего вдуть воздух в его легкие следует через нос, плотно закрыв при этом рот пострадавшего.

После каждого вдувания необходимо освобождать нос и рот пострадавшего (рис. 21, б), чтобы не препятствовать свободному выходу воздуха из его легких.

Делают 10—12 вдуваний воздуха в минуту и наблюдают за расширением грудной клетки при каждом вдувании и ее спаданием при пассивном выходе воздуха из легких.

Этот же способ позволяет использовать специальное приспособление в виде двух резиновых трубок диаметром 8—12 мм, длиной 60 и 100 мм, разделенных овальным фланцем. Для проведения искусственного дыхания длинный конец вставляют в рот взрослому пострадавшему, а ребенку (подростку) — короткий конец трубки. Встав на колени над головой пострадавшего, следует плотно прижать к его губам фланец, а большими пальцами обеих рук зажать пострадавшему нос, чтобы вдываемый через приспособление воздух не выходил обратно, минуя легкие. Вдох происходит через другой конец трубки.

При отсутствии у пострадавшего пульса (сердцебиения) необходимо одновременно с искусственным дыханием начать непрямой массаж сердца, который выполняют следующим образом.

Оказывающий помощь становится с левой стороны пострадавшего и, наложив на нижнюю часть его грудины обе руки друг на друга ладонями вниз, сильно и ритмично (60—70 раз в минуту) надавливает вертикально на грудную клетку.

Оживление должны проводить два человека, обученные этому делу, каждый из них может поочередно проводить искусственное дыхание и массаж сердца, сменяя друг друга через каждые 6—8 мин.

Непрямой массаж сердца и искусственное дыхание следует продолжать до появления у пострадавшего самостоятельного дыхания и сердцебиения. О восстановлении сердечной деятельности свидетельствует появление пульса, который сохраняется при прекращении массажа на несколько секунд. Если пульс не появляется, следует

продолжать массаж до прибытия врача и в дальнейшем выполнять его указания.

#### **§ 43. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИИ**

Ранение неизбежно связано с разрушением кожного покрова и вследствие этого с возможностью попадания в организм пострадавшего различных микробов, находящихся на ранищем предмете, ранимой коже, а также в пыли, в земле, на руках оказывающего помощь и на грязном перевязочном материале. Особенно опасно загрязнение ран землей, в которой могут оказаться микробы, вызывающие заболевание столбняком.

Чтобы избежать опасности последствий, необходимо при ранениях строго соблюдать следующие основные правила:

срочно обратиться к врачу для оказания необходимой помощи и введения противостолбнячной сыворотки;

не промывать рану водой и не покрывать мазями во избежание нагноения или ухудшения условий ее заживления;

не удалять с раны песок, землю или сгустки крови;

не заматывать рану изоляционной лентой или нестерильными тканями.

Нужно вскрыть имеющийся в шкафчике (сумке) первой помощи индивидуальный пакет (наставление напечатано на его оболочке), наложить имеющийся в нем стерильный перевязочный материал на рану и завязать бинтом.

Индивидуальный пакет следует распечатать так, чтобы не касаться руками той части перевязочного материала, которая должна быть положена на саму рану.

Если индивидуального пакета не окажется, то можно взять для перевязки чистый носовой платок или чистую полотняную тряпочку.

На то место тряпочки, которое ляжет на рану, желательно капнуть несколько капель йодной настойки, чтобы получить пятно размером больше раны, затем наложить на рану. Таким образом применяют йодную настойку при загрязненных ранах.

#### **§ 44. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОТМОРОЖЕНИЯХ И ОЖОГАХ**

При отморожениях необходимо отмороженную часть тела растереть сухой шерстяной перчаткой или куском суконки. Применять для этой цели снег нельзя,

так как в нем могут оказаться мелкие кристаллы льда и песчинки, способные при растирании повредить кожный покров и вызвать нагноение.

В помещении надо погрузить отмороженную конечность в таз или ведро с водой комнатной температуры. Эту воду следует постепенно доводить до температуры тела (37° С).

После того как отмороженное место покраснеет, его следует смазать жиром (маслом, борной мазью, салом) и завязать теплой повязкой (шерстяной, суконной).

При тяжелых ожогах\* надо очень осторожно снимать платье и обувь — лучше разрезать их. Необходимо помнить, что рана от ожога, будучи загрязненной, начинает гноиться и долго не заживает. Поэтому нельзя касаться руками обожженного участка кожи или смазывать его какими-либо мазями, маслами, вазелином или растворами. Обожженную поверхность надо перевязать как свежую рану, покрыть стерилизованным материалом из пакета или чистой глаженной полотняной тряпкой, сверху наложить вату и все закрепить бинтом, после чего направить пострадавшего в лечебное учреждение.

Такой способ первой помощи применяют при всех видах ожогов, чем бы они ни были вызваны: паром, электрической дугой, горячей мастикой, канифолью и т. д. При этом не следует вскрывать пузырей, удалять приставшую мастику, канифоль и другие смолистые вещества.

При световых ожогах глаз электрической дугой надо сделать холодные примочки из борной кислоты на глаза и немедленно направить пострадавшего к врачу.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие меры необходимо предпринять для освобождения человека от действия электрического тока? 2. Расскажите о способе искусственного дыхания методом «рот в рот» и «рот в нос». 3. Что необходимо сделать для оказания помощи человеку при ранении до прибытия врача?

---

\* Ожоги бывают трех степеней, начиная от легкого покраснения обожженных участков до их омертвления. В тяжелых случаях могут оказаться обожженными и глубоко расположенные органы пострадавшего

## СОДЕРЖАНИЕ

|   | Стр. |
|---|------|
| Введение . . . . .  | 3    |
| <i>Глава I.</i> Основы гигиены труда и профилактика травматизма . . . . .   | 5    |
| § 1. Общие сведения . . . . .   | 5    |
| § 2. Основы гигиены труда . . . . .   | 8    |
| § 3. Заболевания и меры их предупреждения на производстве . . . . .   | 12   |
| § 4. Причины возникновения и меры предупреждения производственного травматизма . . . . .  | 14   |
| § 5. Техника безопасности при разборочно-сборочных, слесарных и других видах работ . . . . .  | 16   |
| § 6. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве . . . . .   | 20   |
| <i>Глава II.</i> Опасность поражения электрическим током и меры по обеспечению безопасности электроустановок . . . . .  | 22   |
| § 7. Действие электрического тока на организм человека и причины электротравматизма . . . . .   | 22   |
| § 8. Действие электрического тока на животных . . . . .   | 25   |
| § 9. Особенности электрических сетей и электроустановок при опасности поражения электрическим током . . . . .   | 27   |
| <i>Глава III.</i> Меры по обеспечению электробезопасности . . . . .   | 31   |
| § 10. Защитное заземление и зануление . . . . .   | 31   |
| § 11. Расчет заземлений . . . . .   | 37   |
| § 12. Требования, предъявляемые к заземляющим устройствам . . . . .   | 43   |
| § 13. Защитные средства . . . . .   | 45   |
| § 14. Блокировки . . . . .  | 54   |
| § 15. Плакаты . . . . .   | 55   |
| <i>Глава IV.</i> Правила техники безопасности при производстве работ и обслуживании электроустановок, станций и подстанций напряжением до 1000 В и выше . . . . . | 59   |
| § 16. Требования к электротехническому персоналу . . . . .  | 59   |
| § 17. Основные правила безопасности при электромонтажных работах . . . . .  | 62   |
| § 18. Основные правила техники безопасности при производстве работ и обслуживании действующих электроустановок . . . . .  | 68   |
| § 19. Технические мероприятия по обеспечению безопасности при работах в действующих электроустановках . . . . .   | 71   |
| § 20. Организационные мероприятия . . . . .   | 75   |
| § 21. Оперативное обслуживание действующих электроустановок напряжением выше 1000 В . . . . .   | 83   |

|   |     |
|---|-----|
| Глава V. Правила техники безопасности при производстве работ и обслуживании воздушных линий напряжением выше 1000 В . . . . . | 89  |
| § 22. Правила техники безопасности при монтаже воздушных линий . . . . .  | 89  |
| § 23. Правила техники безопасности при обслуживании действующих воздушных линий . . . . .                                     | 92  |
| § 24. Правила безопасности при работах на столбовых (мачтовых) подстанциях . . . . .  | 96  |
| Глава VI. Правила техники безопасности при производстве ремонтных работ и эксплуатации кабельных линий . . . . .              | 98  |
| § 25. Правила техники безопасности при монтаже кабельных линий . . . . .  | 98  |
| § 26. Правила техники безопасности при эксплуатации кабельных линий . . . . .   | 102 |
| Глава VII. Правила техники безопасности при испытании оборудования и измерениях . . . . .                                     | 105 |
| § 27. Испытания с помощью повышенного напряжения от постороннего источника тока . . . . .                                     | 105 |
| § 28. Измерения сопротивления изоляции мегомметром . . . . .  | 109 |
| § 29. Измерения токоизмерительными клещами . . . . .  | 110 |
| Глава VIII. Правила техники безопасности при обслуживании электроустановок напряжением до 1000 В . . . . .                    | 112 |
| § 30. Обслуживание распределительных устройств . . . . .  | 112 |
| § 31. Работы на воздушных линиях . . . . .  | 118 |
| § 32. Производство работ по установке и снятию электросчетчиков . . . . .   | 122 |
| § 33. Обслуживание и ремонт внутренних проводок. Переносной инструмент. Работа на высоте . . . . .                            | 123 |
| § 34. Меры безопасности при работе в электроустановках сельскохозяйственного производства . . . . .                           | 126 |
| § 35. Работы на линиях связи и радиодификации . . . . .   | 129 |
| Глава IX. Противопожарные мероприятия на производстве. Тушение пожаров на электроустановках . . . . .                         | 134 |
| § 36. Понятие о горении . . . . .   | 134 |
| § 37. Характерные причины пожаров в электроустановках . . . . .   | 136 |
| § 38. Классы пожароопасных и взрывоопасных помещений . . . . .  | 137 |
| § 39. Защита электросетей от токов короткого замыкания и от статического электричества . . . . .                              | 140 |
| § 40. Способы и средства тушения пожаров . . . . .  | 142 |
| § 41. Организация пожарной охраны на предприятии . . . . .  | 143 |
| Глава X. Оказание первой помощи пострадавшему . . . . .   | 145 |
| § 42. Первая помощь при поражении электрическим током . . . . .   | 145 |
| § 43. Первая помощь при ранении . . . . .   | 149 |
| § 44. Первая помощь при отморожениях и ожогах . . . . .   | 149 |