

П. 1:31
Л 84

архив

В. ЛУКОВНИКОВ



ОСНОВЫ

ТЕХНИКИ

БЕЗОПАСНОСТИ

И

ПРОТИВОПОЖАРНОЙ

ТЕХНИКИ



П.1: 31
Л 84

А. В. ЛУКОВНИКОВ

ОСНОВЫ
ТЕХНИКИ
БЕЗОПАСНОСТИ
И
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
ТЕХНИКИ

71490
Допущено Управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебного пособия для сельскохозяйственных техникумов и институтов по специальности «Электрификация сельского хозяйства»



ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»
Москва — 1964

От издательства

Учебное пособие написано в соответствии с программой одноименного курса для факультетов электрификации вузов и техникумов электрификации сельского хозяйства очного и заочного обучения.

В книге изложены основные сведения по технике безопасности, санитарии и противопожарной технике при монтаже, эксплуатации и ремонте сельских электроустановок. В нее включены и лабораторные работы, выполняемые учащимися.

Книга может быть полезна также инженерно-техническому персоналу и электромонтерам, работающим в области сельской электрификации.

Замечания по книге просим направлять по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19, издательство «Колос».

ВВЕДЕНИЕ

В Советском Союзе охрана труда является важнейшей государственной задачей. О здоровье и безопасности трудящихся заботятся партийные и профсоюзные органы. В результате проделанной ими большой работы за 20 лет с 1929 по 1948 г. производственный травматизм в СССР уменьшился в 3—4 раза, с 1948 по 1954 г. еще на 24% и продолжает ежегодно уменьшаться. За последние четыре года травматизм в СССР снизился еще на 25%.

На мероприятия по технике безопасности и охране труда в СССР расходуются огромные средства, которые увеличиваются из года в год. Например, за первую пятилетку государственные ассигнования на охрану труда составили 460 млн. руб., а в настоящее время только на проведение мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии, предусматриваемых коллективными договорами, приблизительно такая же сумма расходуется в год. На выдачу бесплатной спецодежды и индивидуальных защитных средств, например, в 1963 году было ассигновано 700 млн. руб.

В решениях XXII съезда КПСС и XIII съезда профсоюзов уделено большое внимание дальнейшему улучшению охраны труда и техники безопасности. Принятая на XXII съезде Программа КПСС как одну из важных задач выдвигает всемерное оздоровление и облегчение условий труда.

Отечественные ученые провели большую работу по изучению вопросов влияния на человека условий его труда, для подготовки мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья трудящихся. Еще в XVIII веке М. В. Ломоносов в своей книге «Первые основания метал-

лургии или рудных дел» излагал правила безопасности и санитарные правила для горных работ. Он же предложил применять молниеотвод для защиты зданий. Разработку науки о гигиене труда начал первый профессор гигиены Московского университета Ф. Ф. Эрисман. Академик Н. Д. Зелинский изобрел фильтрующий противогаз. Большое значение имеет работа академика С. И. Вавилова в области улучшения освещения рабочих мест люминесцентными лампами. Вопросы грозозащиты разрабатывались проф. Н. С. Стекольниковым и многими работниками сельской электрификации.

Научной и технической разработкой вопросов безопасности труда и противопожарной профилактики в СССР занимаются многочисленные научно-исследовательские учреждения и кафедры вузов, а также заводские лаборатории и конструкторские бюро разных отраслей промышленности.

Курс «Основы техники безопасности и противопожарной техники» посвящен изучению опасных для жизни или вредных для здоровья человека условий, которые могут создаваться во время работы, а также организационных и технических мероприятий и устройств, позволяющих устранить опасности или вредные условия.

Для сельских электриков существенное значение имеют вопросы защиты не только людей, но и животных от поражения электричеством.

Настоящий курс тесно связан с другими учебными дисциплинами, где изучаются вопросы применения электричества, пара и различных механизмов в сельском хозяйстве, вопросы проектирования, монтажа и эксплуатации электрических линий, электрической, тепловой или гидравлической частей сельских электростанций, вопросы проектирования вентиляции, отопления, освещения, грозозащиты и т. п. Многие правила безопасного обслуживания различных машин, а также противопожарные правила сообщаются студентам попутно во время изучения различных специальных дисциплин, перед допуском к работе в лаборатории или на производственной практике. Однако представление о технике безопасности и противопожарной технике в целом, о мерах первой помощи пострадавшим и об основах охраны труда студенты технических специальностей получают при изучении специального учебного предмета.

1

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Глава I

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ

1. Основы советского законодательства по охране труда и контроль за его выполнением

Охрана жизни и здоровья трудящихся гарантируется Конституцией СССР, кодексами законов о труде (КЗОТ) союзных республик и разработанными в их развитие постановлениями, а также нормами, правилами и инструкциями по технике безопасности.

Охрана труда — это система мероприятий, обеспечивающая безопасные для жизни и здоровья трудящихся условия работы. Она предусматривает не только соблюдение всеми должностными лицами норм и правил техники безопасности, но и выполнение трудового законодательства. Инженерам и техникам, как организаторам безопасного труда рабочих, необходимо прежде всего знать важнейшие положения тех законов и постановлений о труде, которые касаются безопасности труда.

КЗОТ запрещает использовать женский труд на особо тяжелых работах и на вредном для здоровья производстве, например на погрузке и разгрузке бревен вручную, валке деревьев, в том числе механизированной, установке запаней и бонов, пайке свинцовых аккумуляторов, пропитке шпал (или бревен), тушении пожаров, на работе кочегарами при немеханизированной подаче твердого топлива, шуровщиками и котлочистами.

Подростки до 18 лет не допускаются к работам в электроустановках без снятия высокого напряжения, к земляночным, такелажным, верхолазным и погрузочно-раз-

грузочным работам, к обслуживанию транспортеров, кранов и ручных лебедок, к работе в пожарных командах, к пайке свинца, ремонту и зарядке аккумуляторов, к работе с пневматическим инструментом, с нитрокрасками и нитроэмалями или с асфальтовыми лаками, к работе кочегарами котельных на твердом топливе или сжигающих сернистые: нефть, мазут, газ, к пропитке древесины антисептиком, к регенерации отработанных масел, к ремонту аппаратуры со ртутью.

Для женщин и подростков установлены значительно меньшие, чем для мужчин, максимальные нормы тяжестей, которые им разрешается переносить или перемещать на вагонетках, тележках и т. д. (см. п. 1, гл. III).

Подростки, беременные женщины, а также матери, кормящие грудью, имеют общеизвестные льготы в отношении отпусков и продолжительности рабочего времени. Запрещается привлекать их к сверхурочным и ночным работам.

Подростки при приеме их на работу, а затем не реже одного раза в год должны проходить медосмотр, при котором определяется соответствие состояния их здоровья характеру работы. Взрослые рабочие проходят медосмотры при поступлении на вредное для здоровья производство или на работу по обслуживанию электроустановок, а также регулярно в процессе работы.

Согласно ст. 141 КЗОТ, на всех работах, вредных для здоровья, связанных с опасностью, с пребыванием в ненормальной температуре, в сырости или с загрязнением тела, рабочим бесплатно выдаются спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления (очки, респираторы, диэлектрические перчатки и пр.), а также специальные мази и мыло на дом. Списки профессий, связанных с работой в названных выше условиях, виды спецодежды и сроки ее носки устанавливаются соответствующими министерствами и ведомствами. Спецодежда и защитные средства выдаются электромонтажникам, электрослесарям, машинистам и помощникам машинистов паровых котлов и паровых или гидравлических турбин, машинистам двигателей внутреннего сгорания на электростанциях, кочегарам, шуровщикам и котлочистам, зольщикам, аккумуляторщикам, такелажникам, рабочим по пропитке леса антисептиком и рабочим многих других профессий. Отказ рабочего от использования выданных

ему защитных средств или спецодежды является нарушением трудовой дисциплины.

В ряде профессий или на отдельных вредных для здоровья производствах рабочему за счет предприятия выдают по 0,5 л молока в день. Перечень таких работ и профессий устанавливается администрацией по согласованию с профсоюзной организацией.

Кроме того, в горячих цехах, в котельных и в машинных залах тепловых электростанций рабочие обеспечиваются подсоленной газированной водой (5 г поваренной соли на 1 л воды), которая значительно лучше утоляет жажду, чем обычная.

Безопасность труда зависит от знания всеми рабочими правил безопасности. Поэтому все принимаемые на работу должны до подписания приказа об их приеме получить **вводный инструктаж** по технике безопасности, который проводит главный специалист соответствующей отрасли (энергетик для электромонтеров, зоотехник для доярок и т. д.). Инструктирующий рассказывает о законодательстве по охране труда, о правилах внутреннего распорядка и о правилах безопасности на предприятии. Рабочего предупреждают, что он должен извещать администрацию о несчастном случае, происшедшем с ним или товарищем по работе, что ему нельзя приступать к новой работе без предварительного получения от своего непосредственного начальника **инструктажа на рабочем месте**.

Там рабочему объясняют устройство машины или установки, которую он будет обслуживать, знакомят его с безопасными методами работы, с сигнализацией и другими вопросами техники безопасности и промышленной санитарии соответственно данной работе.

Все инженерно-технические работники обязаны проводить **повседневный инструктаж**, как только заметят применение рабочим опасных приемов работы.

Четвертый вид инструктажа — **повторный** — периодически проводится для закрепления в памяти рабочих знаний техники безопасности и противопожарных правил.

Проведение вводного и периодического инструктажа отмечают в контрольной карточке, которая хранится в личном деле рабочего. Инструктаж на рабочем месте учитывается в специальном журнале, который хранится у начальника соответствующего производственного

подразделения. В этих документах ставят свои подписи проводивший и получивший инструктаж.

В электроустановках повторный инструктаж проводится не реже одного раза в год, но только для наименее квалифицированных работников (учеников монтеров, уборщиц). Остальной персонал электроустановок вместо повторного инструктажа проходит регулярную проверку знаний по технике безопасности. Для оперативного персонала в электроустановках (производящего включение, отключение и т. д.), кроме того, установлен период дублирования, то есть выполнения всех операций в присутствии и под контролем опытного работника.

Мероприятия по охране труда на предприятии проводятся на основе годового плана, который составляет администрация совместно с комитетом профсоюза предприятия. В годовых производственно-финансовых планах каждого предприятия предусматривается отчисление средств на эти цели. К коллективному договору на предстоящий год, заключаемому администрацией с рабочим коллективом, прилагается соглашение о проведении мероприятий по охране труда, в котором указываются обязательства хозяйственной и профсоюзной организаций в соответствии с планом (Л-2, т. I). Дважды в год администрация составляет отчеты об освоении средств, отпущенных на улучшение охраны труда, и отправляет их в Статистическое управление и в вышестоящие хозяйственные и профсоюзные организации.

Уголовные кодексы РСФСР (ст. 140) и союзных республик предусматривают следующие наказания должностных лиц за нарушение ими правил техники безопасности, промышленной санитарии или иных правил охраны труда: если это нарушение могло повлечь за собой несчастный случай с людьми или иные тяжелые последствия — лишение свободы или исправительные работы на срок до одного года, или штраф до 100 рублей, или увольнение с должности; если эти нарушения повлекли за собой телесные повреждения или утрату трудоспособности у одного человека — лишение свободы на срок до 3 лет; если же они повлекли за собой тяжелые телесные повреждения у нескольких лиц или смерть человека — лишение свободы на срок до 5 лет.

Гражданские кодексы РСФСР и союзных республик предусматривают также материальную ответственность

предприятий, учреждений и их должностных лиц за нарушение правил охраны труда. Рабочему, пострадавшему вследствие нарушения предприятием правил охраны труда, пособие по временной нетрудоспособности выплачивается не за счет органов соцстрахования, а за счет предприятия. Предприятие вправе переложить материальную ответственность на конкретных виновников нарушения правил охраны труда.

Контроль за соблюдением законов и правил по охране труда осуществляется как общественностью под руководством профсоюзных организаций, так и государственными органами (специальными инспекциями, органами санитарного надзора и прокуратуры).

При заводских, местных и цеховых комитетах профсоюзов организуются комиссии по охране труда, куда входят общественные инструкторы, передовики производства и инженерно-технические работники в количестве от 3 до 21 человека. Председателем комиссии является член комитета профсоюза, но им не может быть лицо административного персонала. Комиссия проверяет соблюдение трудового законодательства, правил и норм по технике безопасности и производственной санитарии.

Общественный инспектор по охране труда выбирается в каждой профгруппе (в бригаде, на ферме). Он контролирует соблюдение трудового законодательства, своевременность и полноту инструктажа работников, принимаемых на работу или переводимых на другую работу, выявляет неисправность станков, инструментов, защитных устройств, вентиляции, совместно с администрацией принимает меры по устранению недостатков, следит за своевременностью уборки отходов, соблюдением порядка в проходах и на рабочем месте, проверяет обеспеченность рабочих спецодеждой, защитными средствами, мылом, питьевой водой и т. д. Общественными инспекторами не могут быть лица, занимающие административно-хозяйственные должности или назначенные администрацией проводить мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Технический инспектор Совета профсоюзов, а также комиссии по охране труда при местных или заводских комитетах профсоюза и общественные инспекторы по охране труда в каждой профсоюзной группе контролируют охрану труда на всех предприятиях, в совхозах

и колхозах. Технический инспектор Совета профсоюзов имеет право: посещать все предприятия в любое время дня и ночи, требовать у администрации документацию и разъяснения, давать обязательные для должностных лиц предписания по устранению нарушений законов по охране труда, правил и норм техники безопасности в установленные им сроки, приостанавливать работу на отдельных производственных участках или машинах, если продолжение работы может привести к травмам или заболеванию работающих, штрафовать лиц администрации, виновных в нарушении трудового законодательства, правил и норм техники безопасности, а также в невыполнении предложений общественных инспекторов или в несоблюдении сроков выполнения мероприятий по охране труда, указанных в коллективном договоре. Кроме того, без санкции технического инспектора Совета профсоюза не могут быть пущены в эксплуатацию вновь построенные или реконструированные предприятия или их отдельные помещения.

За соблюдением правил технической эксплуатации и безопасности обслуживания сельских электроустановок, электростанций, электросетей, паровых котлов и других установок, работающих под давлением, а также подъемно-транспортных устройств в сельскохозяйственных предприятиях следит также Государственная инспекция по энергоснабжению через инспекторов энергосбытов.

Всесоюзная государственная санитарная инспекция Министерства здравоохранения СССР и санитарно-эпидемиологические станции следят за соблюдением санитарных норм и правил при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий.

На предприятиях за охраной труда и состоянием техники безопасности следят не только общественность, но и должностные лица: бригадир, руководитель отделения совхоза, начальник цеха, главный инженер. На крупных предприятиях может быть штатная должность инженера по технике безопасности, который специально занимается вопросами ее улучшения. В колхозах ответственность за состояние техники безопасности и производственной санитарии может быть возложена на заместителя председателя или на одного из членов правления колхоза.

Надзор по пожарной профилактике осуществляет Управление пожарной охраны Министерства охраны общественного порядка республики.

2. Основы производственной санитарии

Производственная санитария может рассматриваться как часть техники безопасности, посвященная борьбе с профессиональными заболеваниями и отравлениями. Вместе с тем производственная санитария является частью гигиены труда — отрасли медицины, которая посвящена борьбе за сохранение здоровья не только промышленных и сельскохозяйственных рабочих или жителей промышленных районов, но и лиц умственного труда, а также изучению влияния на человека характера и условий труда, определению правильных режимов труда и отдыха, оптимального освещения рабочего места или отопления помещений и т. д.

Во время работы некоторые факторы окружающей среды или трудового процесса могут неблагоприятно действовать на организм человека, снижать его трудоспособность, приводить к заболеваниям или отравлениям. Эти факторы называются производственными вредностями. Если такой вредностью является, например, **ядовитая жидкость** или **газ**, речь может идти о возможном остром (внезапном и сильном) или о хроническом (постепенном) профессиональном отравлении людей, работающих в контакте с этой вредностью. Профессиональные заболевания могут вызываться не только ядами, но и **характером окружающей среды** (например, сыростью), а иногда **характером работы** (например, от чрезмерного одностороннего напряжения некоторых мышц у слесарей бывает искривление позвоночника).

Действие производственных вредностей на трудящихся может быть полностью устранено при соблюдении следующих условий: при правильной конструкции и поддержании в нормальном состоянии машин, аппаратов, инструмента; при эффективной вентиляции и достаточном объеме производственных помещений; при правильном освещении и отоплении; при использовании необходимой спецодежды и защитных средств; при соблюдении правил техники безопасности и личной гигиены, а также рекомендаций специалистов по применению правильных приемов работы, разумного режима труда и отдыха, питьевого режима. Большое значение имеет производственная физкультура, как одна из форм активного отдыха, позволяющая быстро ликвидировать усталость односторонне

нагруженных мышц или органов тела, не допустить их переутомления.

В профилактике профессиональных заболеваний и отравлений большую роль играют также предварительные и периодические медицинские осмотры, которые позволяют выявить лиц с индивидуально повышенной восприимчивостью к воздействию тех или иных производственных вредностей и своевременно направить на лечение или перевести на другую работу тех, у кого появились ранние признаки действия этих вредностей.

Неблагоприятные метеорологические условия отрицательно влияют на организм человека и снижают его работоспособность. Человек проявляет наибольшую работоспособность при температуре воздуха $16-20^{\circ}\text{C}$ на легкой работе или $10-15^{\circ}\text{C}$ на тяжелой при относительной влажности воздуха $40-60\%$ и скорости движения воздуха $0,1-0,2\text{ м/сек}$. Влажность и движение воздуха играют существенную роль в терморегуляции организма. Например, повышение влажности затрудняет теплоотдачу организма путем испарения при высокой температуре воздуха и способствует перегреву организма или, наоборот, усиливает теплоотдачу при низкой температуре и способствует переохлаждению. Борьба с перегревом организма состоит в улучшении вентиляции, в снабжении рабочих подсоленной газированной водой, в применении водяных или воздушных душей, экранов на пути тепловых излучений и т. д.

Длительное охлаждение тела (например, при зимнем обслуживании гидросооружений ГЭС или электрических линий) может привести к снижению иммунитета и возникновению инфекционных и других заболеваний, а также к обмороживанию кожи или конечностей. Для предотвращения этого, кроме теплой спецодежды, используют периодический обогрев в специальных помещениях. В производственных помещениях предусматривается отопление.

Запыленность воздуха может привести к тяжелым заболеваниям легких, бронхов, горла и кожи даже при неядовитой пыли. Для борьбы с запыленностью необходима регулярная уборка в помещениях и пылеудаляющая вентиляция (отсосы), иногда возможно изменение технологии (влажная шлифовка вместо сухой и т. д.). Применяется также спецодежда, а иногда и респираторы.

Это — полумаски, закрывающие рот и нос или только рот, с фильтром для вдыхаемого воздуха. Простейший из них — это респиратор-повязка типа РП-51 с марлевым фильтром (рис. 1).

По санитарным нормам концентрация любой неядовитой пыли в воздухе в зоне работы людей не должна превышать 10 мг/м^3 , кроме кварцевой (песок) или асбестовой пыли, для которых допустимый предел 2 мг/м^3 .



Рис. 1. Респиратор-повязка РП-51:

1 — алигнин или марля; 2 — алюминиевая пластинка; 3 — резиновый ободок.

Шум не только повышает утомляемость и снижает трудоспособность и внимание к опасностям, но может быть причиной постепенного развития глухоты или тугоухости и нервных расстройств (расстройства пищеварения и пр.). Допустимый уровень силы шума определяется по графику норм в зависимости от частот шума, измеренных шумомером с частотным фильтром (рис. 2), и составляет не более 100 децибелл при низких частотах. Дополнительное требование — хорошая разборчивость речи на расстоянии $1,5 \text{ м}$ от говорящего с нормальной громкостью.

Кроме борьбы за снижение шума, применяют еще и противошумы из резины или ваты, например наушники

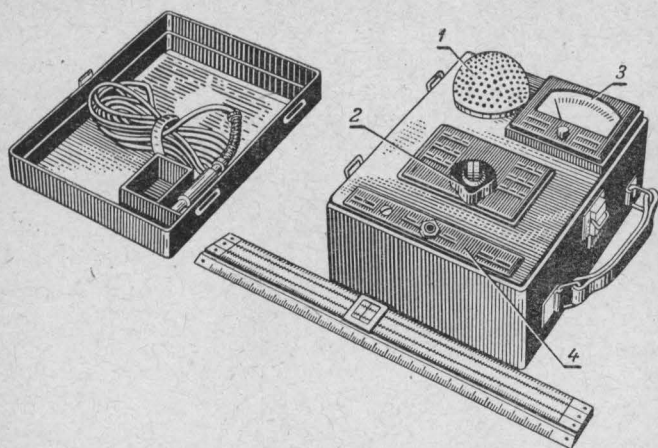


Рис. 2. Инспекторский шумомер ЛИОТ ШИ-53:

1 — микрофон; 2 — переключатель уровней и поверок; 3 — стрелочный прибор; 4 — кнопка включения.

МИОТ (рис. 3), используемые, в частности, при электро-монтажных работах с пистолетом СМП-1, или просто ватный тампон, вставляемый в ухо.

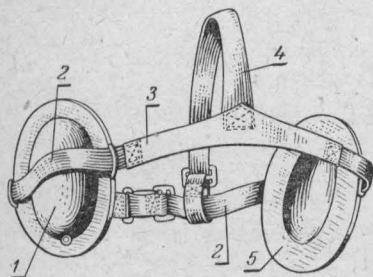


Рис. 3. Противошумные наушники МИОТ:

1 — бумажная «чашка»; 2 — резиновая тесьма; 3 — матерчатый налобник; 4 — наголовный ремень; 5 — матерчатый чехол.

Сотрясения и вибрации имеют место при работе на некоторых станках, на транспорте, при использовании ручного электрического или пневматического инструмента. Под влиянием вибрации может поражаться нервная и сердечно-сосудистая система. Возникают спазмы капиллярных сосудов, склонность к обморокам, гипертония, похудение, изменения в

крови, общая слабость. Особенно вредно действуют вибрации и сотрясения на организм женщин. Борьба с сотрясениями ведется при конструировании машин (на ра-

бочем месте предусматривается амортизация). Допустимая амплитуда вибрации, например, при частоте 100 гц составляет 0,003 мм, а при частоте 3 гц — 0,4 мм.

Для уменьшения вибрации тела при работе с пневматическим инструментом обязательно надевают рукавицы с прокладками на ладони. Здесь допускается большая амплитуда вибрации, например при ее частоте 20 гц (1200 ударов или оборотов в минуту) — 1,5 мм.

Электромагнитные излучения различаются по длине волны. Наиболее длинные волны — это колебания промышленной или другой звуковой частоты, а также ультразвуковые. Они имеют длину волны выше 10 км. Длинные и средние радиоволны (от 10 км до 100 м) применяются не только в радиотехнике, но и для плавки металла, закалки деталей, сушки древесины и пр. В промышленной электротермии используют для нагрева диэлектриков также короткие радиоволны (длиной 100—10 м), которые, как и ультракороткие радиоволны (10—1 м), относятся к колебаниям ультравысокой частоты (УВЧ).

Максимально допустимая величина напряженности электромагнитного поля излучения высоких частот (ВЧ) и УВЧ на рабочих местах установлена в 5 в/м, и только для индукционных плавильных печей и нагревательных индукторов временно допускается 10 в/м ввиду технических трудностей их полного экранирования.

Длительное воздействие электромагнитных полей ВЧ и УВЧ напряженностью более допустимой может привести к функциональным изменениям в печени, селезенке и особенно в центральной нервной системе, которые проявляются в головной боли, повышенной утомляемости, нарушении сна, раздражительности, замедлении пульса, понижении кровяного давления. При УВЧ также повышается температура тела.

Для защиты рабочих от излучений ВЧ и УВЧ источник излучений экранируют листовым металлом высокой электропроводности толщиной не менее 0,5 мм. Отверстия в экране для штурвалов и кнопок экранируют металлической сеткой с отверстиями не более 4×4 мм. Экраны заземляют.

В радиолокации используются излучения сверхвысокой частоты (СВЧ) с длиной волны от 1 м до 10 мм. Их вредные влияния сказываются более интенсивно. Ранним признаком действия излучений СВЧ на человека являются

изменения состава крови. Возможна катаракта глаз. Поэтому при большой интенсивности облучения СВЧ необходимо надевать защитные сетчатые очки или шлем из латунной сетки.

Инфракрасные (тепловые) лучи имеют длину волны 100—0,76 $\mu\text{к}$. О защите от них упоминалось выше.

Видимый свет имеет длину волны от 0,76 $\mu\text{к}$ (7600 \AA) до 3800 \AA , а ультрафиолетовые лучи — от 3800 до 50 \AA (1 \AA равен 10^{-4} $\mu\text{к}$). Эти лучи имеют место, например, при электросварке и могут поражать глаза (электроофтальмия) или вызывать воспаления кожи открытых частей тела. Для защиты глаз и кожи лица применяют щитки со светофильтрами, а для защиты кожи рук — рукавицы.

Рентгеновские лучи (от 50 до 0,04 \AA) используются в установках промышленной рентгеноскопии. Они излучаются и при испытании кабелей или электрооборудования выпрямленным током высокого напряжения. Применяемый здесь высоковольтный кенотрон является источником мягкого рентгеновского излучения (то есть с длиной волны выше 0,1 \AA) и должен экранироваться. Для экрана достаточно железного листа толщиной 0,5—1 мм. При промышленной рентгеноскопии применяют также фартуки, перчатки и шапочки из просвинцованной резины.

За единицу дозы рентгеновского или любого другого ионизирующего излучения, поглощенного в тканях облученного тела, принят 1 рад (1 *рад*). Это такая доза излучения, при которой количество поглощенной энергии в 1 кг любого вещества равно 0,01 дж. Допускается недельная норма излучения, поглощенного телом человека, 0,1 *рад* = 100 *мрад*, а при местном облучении только кистей рук допускается в 5 раз больше. При нарушении этих норм возможны изменения состава крови и функциональные нарушения центральной нервной системы, которые выражаются в раздражительности, сонливости или бессоннице, потливости, головных болях, ослаблении памяти, общей слабости. Нарушается работа сердечно-сосудистой системы. При больших дозах может возникнуть лучевая болезнь, то есть нарушение нормального кроветворения, нервной системы, пищеварения, которые сопровождаются общей слабостью, болями и понижением сопротивляемости инфекции. Мягкое рентгеновское излучение оказывает прежде всего местное воздействие на

облученные участки тела; возможны помутнение хрусталика глаза (катаракта), покраснение и сухость кожи, выпадение волос.

Гамма-лучи испускаются радиоактивным веществом. Они имеют длину волны от $40X$ ($0,04 \text{ \AA}$) до $1X$ (X — единица измерения длины, равная 10^{-13} м или 10^{-8} \AA). Как и два других вида ядерных излучений (альфа- и бета-лучи, которые являются не потоком электромагнитных волн, а потоком заряженных частиц), гамма-излучения все шире применяются в науке и технике, в частности в гамма-дефектоскопии и автоматике.

Альфа-излучения имеют весьма малую проникающую способность и при внешнем облучении задерживаются наружным слоем кожи без заметного вредного действия. Однако попадание альфа-частиц внутрь организма с воздухом или пищей весьма опасно.

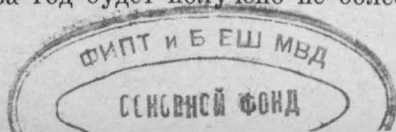
Бета-лучи имеют небольшую проникающую способность, но вредно действуют на кожу и глаза. Проникающая способность гамма-лучей гораздо больше. Это излучение может вызывать лучевую болезнь. Однако при соблюдении санитарных правил работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений (Л-2, т. II) можно длительно работать без вреда для здоровья.

Для учета биологического воздействия различных ионизирующих излучений на человека принята единица: биологический эквивалент рада (*бэр*). Это такая поглощенная тканью доза любого вида ионизирующих излучений, которая вызывает такой же биологический эффект, что и доза в 1 рад рентгеновских или гамма-лучей, поглощенная той же биологической тканью:

$$1 \text{ бэр} = \frac{1 \text{ рад}}{\text{ОБЭ}},$$

где ОБЭ — показатель относительной биологической эффективности. Он равен единице для гамма-, бета- и рентгеновского излучения, а, например, при облучении альфа-частицами равен 10.

Допустимая доза внешнего облучения гамма- или бета-лучами людей, работающих с радиоактивным излучением, составляет $0,1 \text{ бэр} = 100 \text{ мбэр}$ в неделю. Допускается однократная доза 3 бэр в любые 13 недель при условии, что за год будет получено не более 5 бэр . Для



лиц, работающих в смежных помещениях или в санитарно-защитной зоне предприятия, допускается 10 мбэр в неделю, а для всего остального населения — 1 мбэр в неделю.

Защита от радиоактивных излучений состоит в применении защитных кожухов или экранов, спецодежды, индивидуальных защитных средств. Важная роль принадлежит также дозиметрическому и врачебному контролю.

Инфекция является производственной вредностью в животноводстве, где возможно заражение людей от животных бруцеллезом, глистами и другими болезнями. Кроме того, при любых работах, связанных с загрязнением тела, возможны гнойничковые заболевания кожи рук, шеи, лица. Для борьбы с инфекцией необходимо соблюдать правила личной гигиены и специальные правила безопасности при уходе за больными животными (Л-4).

3. Санитарные требования к производственным помещениям и территории предприятия

Площадку для сооружения производственного объекта и связанного с ним жилищного строительства выбирают с учетом ряда санитарных требований: отсутствие заболоченности, небольшой уклон для отвода дождевых и сточных вод, наличие источников доброкачественной питьевой воды и т. д. Здания и сооружения на территории предприятия нужно так располагать относительно стран света и господствующих ветров, чтобы создать наиболее благоприятные условия естественного проветривания и освещения. По отношению к производственно-хозяйственным постройкам жилые дома целесообразно располагать с наветренной стороны для господствующих ветров, чтобы дым, пыль, шум и другие вредности оказывали возможно меньшее влияние на условия жизни в ближайшем жилом районе.

Между производственными помещениями или установками, выделяющими вредности, и жилым районом устанавливается санитарно-защитная зона минимальной шириной от 50 до 1000 м в зависимости от характера и количества выделяемых вредностей. Например, для тепловой электростанции с расходом жидкого топлива от 3 до 12,5 т/ч или для предприятий электротехнической про-

мышленности при наличии у них небольших литейных или других горячих цехов или при производстве приборов со ртутью требуется защитная зона шириной 100 м. Исходя из санитарных соображений также нормируется минимальная высота дымовых труб электростанций или котельных в зависимости от расхода топлива и его зольности *.

Территория производственного предприятия и санитарно-защитной зоны должна быть озеленена и благоустроена, то есть нужно предусмотреть дороги и пешеходные дорожки, наружное освещение, водопровод и канализацию.

Производственное помещение, согласно Н 101—54, должно иметь не менее 13 м^3 объема и 4 м^2 площади на каждого работающего в нем. Высота производственных помещений от пола до потолка должна быть не менее 3,2 м, а помещение энергетического и транспортно-складского хозяйства, если люди там находятся не постоянно — не менее 3 м (до балок перекрытия — 2,6 м).

Производственные процессы, сопровождающиеся особо резким шумом или выделением вредных газов и т. д., нужно сосредоточить в отдельных помещениях. Стены и потолки делать с гладкой поверхностью, чтобы их легко было очищать от пыли. Для предотвращения травматизма полы нужно делать ровными и нескользкими и регулярно их очищать. Если полы холодные (цемент и т. п.), у рабочих мест необходимо положить деревянные решетки, настилы или коврики. Для предотвращения сквозняков у наружных входов и въездов производственных помещений следует делать тамбуры с самозакрывающимися дверями. На электростанциях фрамуги оконных переплетов должны иметь устройства для открывания и закрывания их с пола. Станки, верстаки нужно размещать в помещении так, чтобы между рабочими местами был проход шириной не менее 1 м и не требовалось перемещать грузы грузоподъемными устройствами над рабочими местами, необходимо также предусмотреть площадки около рабочих мест для укладки грузов, готовых деталей и пр.

Санитарно-бытовые помещения также должны быть на каждом предприятии. Это — гардеробные со шкаф-

* Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий Н 101—54 (Л-2, т. II).

чиками отдельно для личной одежды и для спецодежды, душевые или умывальные с подогретой водой, уборные. Кроме того, если на предприятии работает более 300 человек, должен быть фельдшерский здравпункт; если в одной смене работает 100 или более женщин, должно быть также помещение для личной гигиены женщин (с восходящими душами) и помещение для кормления грудных детей.

С устройством и расчетом вентиляции и отопления студенты знакомятся в курсе «Теплотехника», а с устройством и расчетом электрического освещения — в курсах «Освещение и монтаж электроустановок» и «Применение электроэнергии в сельском хозяйстве». Ниже приводятся лишь санитарные требования к вентиляции, отоплению и освещению.

Вентиляцию необходимо предусматривать во всех производственных помещениях независимо от степени загрязнения воздуха. Она может быть естественной (продувание, вытяжные шахты), механической (вентиляторами) или смешанной. Допускается предусматривать лишь продувание помещения, если в нем на одного рабочего приходится более 40 м^3 объема и этого продувания достаточно для соблюдения следующих норм метеорологических условий: летом температура в помещениях без значительного выделения тепла не более чем на 3° превышает температуру наружного воздуха, а в помещениях со значительным выделением тепла (более 20 ккал/м^3) — не более чем на 5° . Нужно также поддерживать относительную влажность не более 50—60% (в отдельных случаях 80%).

При выделении ядовитых газов, паров или пыли, а также тепла производства нужно размещать в одноэтажных зданиях (или в верхнем этаже многоэтажных), в помещениях, расположенных вдоль наружной стены по длинной стороне здания, чтобы обеспечить возможно лучшие условия естественной вентиляции. Когда по условиям технологического процесса этого сделать нельзя, необходимо предусмотреть еще и искусственную вентиляцию.

В производственных помещениях, где на одного работающего приходится от 20 до 40 м^3 , вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, а где на одного работающего приходится менее 20 м^3 , необходим воздухообмен не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, если этого достаточно для

соблюдения норм метеорологических условий, а также норм допустимого содержания ядовитых веществ или пыли в воздухе рабочей зоны. Удаляемый вентиляционными установками воздух, запыленный или загрязненный ядовитыми веществами, должен быть очищен перед выбросом в атмосферу.

Отопление предусматривается в бытовых и в тех производственных помещениях, где люди находятся во время работы постоянно, если тепла, выделяющегося по условиям работы, зимой недостаточно. Систему отопления выбирают в зависимости от рода помещения (производственное, бытовое) и от наличия в помещении воспламеняющихся газов, паров, пыли. Например, при выделении лишь невоспламеняющейся и невзрывоопасной пыли, а также в цехах углеподготовки на электростанциях рекомендуется паровая, воздушная или водяная система отопления, но допускается и печное отопление при площади пола отапливаемых помещений не более 500 м².

Освещение производственных помещений нужно проектировать так, чтобы оно способствовало наивысшей производительности труда и снижению вероятности несчастных случаев. Оно осуществляется через окна наружных стен, через фонари в крыше или комбинированно. Естественное освещение какой-либо точки в помещении характеризуется коэффициентом естественной освещенности, который представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности в этой точке к одновременной освещенности наружной точки, находящейся на горизонтальной плоскости и освещенной рассеянным светом всего небосвода. Для помещений с боковым освещением нормируется минимальное значение этого коэффициента (для точек, наиболее удаленных от окон) на высоте 1 м, а для помещений с верхним или комбинированным освещением — среднее значение. Нормы устанавливаются для пяти разрядов производственных помещений по зрительным условиям работы (табл. 1).

Например, контрольные цеха электромашиностроительных заводов относятся к первому разряду, сборочные — ко второму, кузнечные и прессовые, а также машинные залы электростанций — к третьему.

В сельских электроустановках естественное освещение обычно боковое. Необходимую суммарную площадь окон

Коэффициент естественной освещенности

| Разряды помещений по зрительным условиям работы | Характер работ, выполняемых в помещениях | | Коэффициент естественной освещенности | |
|---|---|---|---|-----------------------|
| | виды работ по степени точности | размеры предметов или их деталей, требующих различения (мм) | при верхнем и комбинированном освещении | при боковом освещении |
| I | Весьма точные и тонкие . . | Менее 0,2 | 7 | 2,0 |
| II | Точные и тонкие | От 0,2 до 1 | 5 | 1,5 |
| III | Средней точности | » 1 » 10 | 3 | 1,0 |
| IV | Грубые | Более 10 | 2 | 0,5 |
| V | Весьма грубые (на складах крупных предметов или сыпучих материалов) . . | Не нормируется | 1 | 0,25 |

в процентах от площади пола помещения можно определить (Л-3) по формуле проф. Н. М. Гусева:

$$f_0 = \frac{e_{\text{мин}}^{\text{н}} \eta_0}{\tau_0 \eta} \%,$$

где $e_{\text{мин}}^{\text{н}}$ — величина нормированного коэффициента естественного освещения (табл. 1);

η_0 — световая характеристика окна (по приложению 1);

τ_0 — общий коэффициент светопропускания проема (по приложению 2);

η — коэффициент отраженного света от стен и потолка (по приложению 3).

Величина f_0 , выраженная в относительных единицах, называется световым коэффициентом. В помещениях для точных работ он получается порядка 0,2, а в помещениях для грубых работ — 0,1.

Соответствие величины освещенности установленным нормам проверяют с помощью люксметра. Он представляет собой селеновый фотоэлемент, соединенный с гальванометром.

Нормы электрического освещения в «Правилах устройства электроустановок» (Л-12) для производственных помещений даются в виде наименьшей освещенности на рабочих поверхностях в зависимости от размеров рас-

смаатриваемой детали. При устройстве комбинированного освещения (общего для всего помещения плюс местное на рабочем месте) освещенность на рабочей поверхности от общего освещения должна составлять не менее 10% нормы комбинированного освещения, но не менее 100 лк при люминесцентных лампах или 30 лк при лампах накаливания.

При проектировании освещения принимают коэффициенты запаса, учитывающие снижение освещенности от загрязнения светильников. Например, в помещениях со средними выделениями пыли, дыма или копоти и при условии чистки светильников не реже трех раз в месяц для люминесцентных ламп коэффициент запаса принимается 1,8, а для ламп накаливания — 1,5.

Во избежание слепящего действия светильников общего освещения высота их подвеса должна быть не менее установленной нормами.

Согласно «Временным нормам освещенности электрических станций и подстанций» (Л-2, т. II), наименьшая освещенность, например, в котельной или в турбинном помещении ГЭС при одном общем освещении лампами накаливания составляет 30 лк, а при комбинированном — 100 лк. Аварийное освещение должно в этих помещениях обеспечивать на важнейших рабочих местах 3 лк, а в основных проходах на полу — 0,3 лк.

При эксплуатации устройств вентиляции, отопления и освещения необходимо регулярно стирать пыль с отопительных и осветительных приборов и очищать вентиляционные фильтры. Некоторые виды пыли, оседая на поверхности нагревательных приборов, выделяют пары и газы, отравляющие воздух помещения. Грязные окна и фонари задерживают до 50% света.

Нормы таблицы 1 установлены исходя из предположения, что очистка стекол в помещениях с незначительным выделением пыли, дыма и копоти производится не реже двух раз в год, покраска и побелка стен и потолка — не реже одного раза в 3 года, а в помещениях со значительным выделением пыли, дыма и копоти очистка стекол производится не реже четырех раз в год, покраска и побелка — ежегодно. Необходимо своевременно очищать от пыли светильники искусственного освещения. При малом выделении пыли или копоти нормы коэффициентов запаса для проектирования электрического освещения уже

предполагают, что очистка светильников будет делаться не реже двух раз в месяц. При большом выделении пыли — 4 раза в месяц.

Внутренний водопровод для хозяйственных и питьевых нужд устраивать необязательно только в случае, если в смене работает не более 25 человек и имеется местный источник водоснабжения. При проектировании водопровода нормы расхода воды принимаются 35 л на человека в смену в цехах со значительными тепловыделениями (более 20 ккал/м³·ч) при коэффициенте часовой неравномерности потребления 2,5, а в цехах с меньшими выделениями тепла — 25 л при коэффициенте 3. Расход воды может быть принят 15 л на человека в смену на предприятиях без хозяйственно-фекальной канализации. Спуск в канализацию ядовитых веществ разрешается при условии, что после смешения с основной массой сточных вод концентрация ядовитого вещества в них не превысит установленной нормы.

4. Регистрация, учет и анализ несчастных случаев на производстве

Несчастливым случаем на производстве является всякое повреждение органов человеческого тела, происшедшее внезапно, в отличие от постепенного ухудшения здоровья, которое рассматривается как профессиональное заболевание. Механические повреждения тела, ожоги и поражения электрическим током называют также травмами.

Несчастный случай с рабочим или служащим должен расследоваться начальником и общественным инспектором соответствующего производственного подразделения (цех и т. д.) не позднее чем в течение 24 часов с момента происшествия, если случай произошел на территории предприятия или учреждения или вне территории при выполнении работы по заданию администрации, в том числе с лицами, обслуживающими транспорт предприятия или перевозимыми на этом транспорте на работу или с работы. Острые отравления, обмороживания, тепловые удары, происшедшие на производстве, также подлежат расследованию. Обо всех несчастных случаях руководитель производственного подразделения должен немедленно сообщать руководителю и профсоюзному комитету предприятия.

Если несчастный случай вызвал потерю трудоспособности не менее чем на один рабочий день, составляется акт о несчастном случае в трех экземплярах по специальной форме Н-1 (Л-1) на каждого пострадавшего. В акте подробно указываются обстоятельства и причины несчастного случая, а также меры, которые администрация принимает к устранению подобных случаев. Акт утверждает главный инженер, у которого остается один экземпляр, а два других возвращаются участникам расследования (профсоюз, цех).

При смертельном исходе несчастного случая или при групповом несчастном случае (более двух пострадавших) руководитель предприятия обязан немедленно сообщить о случившемся техническому инспектору совпрофа, вышестоящему руководителю, районному прокурору, а на предприятиях или объектах, подконтрольных инспекции Госэнергонадзора, также и ее местному органу (инспектору энергосбыта). Такие несчастные случаи немедленно должны расследоваться техническим инспектором Совета профсоюза совместно с инспектором энергосбыта с составлением дополнительного акта. Если технический инспектор не может прибыть немедленно, администрация предприятия назначает комиссию для расследования с участием представителя местного комитета профсоюза. Материалы расследования администрация отправляет техническому инспектору Совета профсоюза, инспекции Госэнергонадзора и органам прокуратуры.

После окончания временной нетрудоспособности пострадавшего заполняют графу акта Н-1 об исходе несчастного случая. Комиссия по социальному страхованию на предприятии при назначении пособия по больничному листу с отметкой «несчастный случай на производстве» ставит на больничном листе номер акта и дату его составления.

На основании акта по форме Н-1 администрация предприятия составляет отчет за первое полугодие и за год в целом о несчастных случаях, вызвавших утрату трудоспособности на 3 дня и более. Отчет представляют вышестоящей хозяйственной организации, Совету профсоюзов и Статистическому управлению. При отсутствии несчастных случаев в отчете указывают только число работающих за отчетный период (как сумму количеств за месяцы этого периода, деленную на число месяцев).

Существуют различные методы изучения несчастных случаев с целью устранить их причины. **Топографический** метод заключается в определении мест, например в цехе, где несчастные случаи наиболее часты. **Групповой** метод заключается в анализе одинаковых по характеру повторяющихся несчастных случаев. Но эти методы мало подходят для изучения причин небольшого числа несчастных случаев за короткий промежуток времени или единичного случая. Универсальным является лишь **монографический** метод. Он предусматривает анализ всех обстоятельств несчастного случая, включая и технологический процесс, и рабочее место, и спецодежду и т. д. Этот метод применяется и при статистическом анализе состояния охраны труда за определенный период времени. При этом анализируют технические причины несчастных случаев или профзаболеваний и выявляют их зависимость от способов выполнения трудовых операций. Используют, в частности, следующие величины, которые можно определить по данным отчетов о несчастных случаях:

а) коэффициент частоты несчастных случаев ($K_{\text{ч}}$), это количество пострадавших при несчастных случаях за отчетный период, приходящееся на 1000 работающих в среднем за отчетный период (C):

$$K_{\text{ч}} = \frac{\Pi}{C} 1000,$$

где Π — общее количество пострадавших;

б) средняя продолжительность нетрудоспособности в днях (коэффициент тяжести травматизма):

$$K_{\text{т}} = \frac{\Sigma D}{\Pi},$$

где ΣD — сумма дней нетрудоспособности всех пострадавших за отчетный период, за исключением погибших или ставших инвалидами;

в) число человеко-дней нетрудоспособности на 1000 работающих:

$$\partial = \frac{\Sigma D}{C} 1000.$$

В борьбе за устранение несчастных случаев проводят ряд технических мероприятий, которые будут рассмот-

рены ниже, например установку ограждений перед опасными движущимися частями машин, окраску опасных частей в желто-оранжевый цвет, а также и ряд организационных мероприятий, например, уже упоминавшиеся: инструктаж рабочих и надзор за соблюдением правил техники безопасности.

5. Лабораторно-практические занятия (в период производственной практики)

1. Изучить материалы расследования несчастных случаев на объектах практики (акты) с вычислением по приведенным выше формулам показателей, характеризующих состояние охраны труда за определенный период.

2. Изучить формы актов о расследовании несчастного случая на производстве и документов по расходованию средств на мероприятия по охране труда (заполнить для примера по одному бланку).

3. Оценить планы усадеб и помещений объектов практики с точки зрения производственной санитарии.

4. При наличии соответствующих приборов и защитных средств на объектах практики исследовать воздух на содержание пыли, интенсивность шума, вибрацию машин, освещенность рабочих мест (инструкции по использованию прилагаются к приборам), ознакомиться практически с использованием респираторов, противозумных наушников и т. д.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные положения советского законодательства по охране труда?

2. Назовите виды инструктажа по технике безопасности.

3. Какие производственные вредности вы знаете?

4. Какие виды электромагнитных излучений относятся к производственным вредностям и каковы основные меры защиты от них?

5. Каковы санитарные требования к территории предприятия?

6. Перечислите основные санитарные требования к производственным помещениям.

7. Кто и как регистрирует несчастные случаи на производстве?

8. Какие существуют методы анализа несчастных случаев на производстве?

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1. Действие электрического тока на организм человека и сельскохозяйственных животных

Переменный ток частотой 50 *гц*, протекающий через тело человека, обычно считается относительно безопасным при величине приблизительно до 10 *ма* (0,01 *а*). При протекании такого тока через тело по пути от одной руки к другой или от руки к ногам возникают сильные боли в пальцах и кистях рук, а также судороги рук, из-за которых большинство людей лишь с трудом, но еще могут оторвать руки от частей установки, находящихся под напряжением. Однако расследование смертельных поражений электричеством показывает, что приблизительно 25—40% всех смертельных случаев произошли при протекании тока через тело человека менее 10 *ма*. Наименьшим током, вызывавшим смерть, оказался ток 0,8 *ма* (Л-4).

При токах порядка 25 *ма* руки немедленно парализуются на время прохождения тока, и ни один человек не может сам оторвать их от токоведущих частей. Большинство пострадавших не могут позвать на помощь из-за спазм гортани. При переменном токе порядка 50 *ма* парализуется дыхание. При токе порядка 100 *ма* (0,1 *а*) может быть парализована работа сердца, если ток будет протекать через тело около 3 *сек* или дольше. При протекании через тело еще больших токов сердце парализуется еще быстрее, например при токе 3 *а* и более — уже через 0,1 *сек*. Кроме того, при таком токе ткани тела разрушаются теплом.

Повышение или понижение частоты тока по сравнению с промышленной несколько уменьшает его опасность. Например, при частоте 1000 *гц* можно самостоятельно освободиться даже от тока в 20—25 *ма*. При частотах в сотни килогерц внутренние органы не поражаются, но могут быть сильные ожоги кожи. Постоянный ток 100 *ма* вызывает паралич дыхания, но еще не парализует сердце. Однако правила безопасности не делают различий между электроустановками разной частоты и разного рода тока, так как все они смертельно опасны.

Ток, протекающий при несчастном случае через тело человека, зависит от электрического сопротивления тела.

Это сопротивление при низких напряжениях почти целиком зависит от кожи, поверхностный слой которой может рассматриваться как тонкий и сравнительно несовершенный диэлектрик, а мышцы и кровь — как проводник. В зависимости от целостности и состояния кожи, а также от пути тока через тело, сопротивление может составлять приблизительно от 100 000 до 500—1000 *ом* и даже меньше. Сопротивление кожи зависит не только от ее состояния (сухая, мозолистая, неповрежденная или, наоборот, влажная, нежная и т. д.), но и от величины поверхности и плотности контакта, а также от величины проходящего тока и продолжительности его протекания. Чем эти величины больше, тем меньше сопротивление кожи, потому что увеличивается нагрев кожи, потовыделение и возникают электролитические изменения кожи. Сопротивление кожи зависит и от приложенного напряжения, так как уже при напряжении 10—30 *в* начинается пробой верхнего, рогового слоя кожи. При напряжении 250 *в* и выше кожа уже почти не влияет на сопротивление тела.

Продолжительность протекания тока имеет значение еще и потому, что опасность паралича сердца зависит не только от величины тока, но и от того, совпадает ли момент прохождения тока с такой фазой в работе сердца в каждом цикле сжатия и расширения, когда сердце оказывается особенно чувствительным к току. При протекании тока дольше, чем продолжительность одного цикла сжатия и расширения сердца, ток обязательно совпадает с опасной фазой и уже при величине порядка 100 *ма* может парализовать сердце (вызвать беспорядочное подергивание мышечных волокон, так называемое трепетание желудочков сердца или фибрилляцию).

Имеет значение путь тока через тело и особенно места входа и выхода тока на теле. Например, при прохождении тока от правой руки к ногам через сердце идет 6,7% общего тока, а при прохождении тока от правой руки к левой — 3,3% (Л-6). Однако известны случаи смертельных поражений электрическим током, когда ток совсем не проходил через сердце, а шел, например, через один палец руки (с одной его стороны на другую). По-видимому, это объясняется воздействием тока на центральную нервную систему, когда ток проходит через особо уязвимые точки на теле человека. Не случайно многие из них достаточно

точно совпадают с точками, которые используют при лечении иглоукалыванием.

Опыты над животными показали, что опасное действие электрического тока тем меньше, чем больше вес животного. У крупного рогатого скота ток 100 *ма* никаких расстройств дыхания или сердечной деятельности не вызывает, по крайней мере при продолжительности его действия до 30 *сек*. Только ток 1,2 *а* уже смертелен при продолжительности его протекания 1 *сек* по пути от носа к ногам (Л-7). Наименьшие токи, вызывавшие фибрилляцию сердца у 100% подопытных животных (то есть смертельные), при протекании от передней правой ноги к задней левой и при действии тока в течение нескольких секунд составляют: у телят — 0,4 *а*, у овец — 0,3 *а*, у свиней — 0,25 *а*. Паралич сердца или дыхания под действием электрического тока часто называют **электрическим ударом**. Для его возникновения иногда достаточно мощности источника тока порядка 20 *вт*.

Бывают также **электрические травмы** (ожоги, электрические знаки и электрометаллизация кожи).

Ожоги происходят под действием тока, протекающего через тело, электрической дуги между телом и электродом или дуги между электродами без протекания тока через тело пострадавшего. Возможны также ожоги брызгами расплавленных плавких вставок или при соприкосновении с сильно нагретыми частями электрооборудования. Обычно сильные ожоги бывают при несчастных случаях на высоком напряжении, причем ток может достигать нескольких ампер, но проходить через тело человека кратковременно (доли секунды).

Электрические знаки представляют собой припухлость кожи, затвердевшей в виде мозоли желтовато-серого цвета с краями, очерченными белой или серой каймой. Покраснений, воспалений или нагноений при электрическом знаке не бывает. Электрические знаки вызываются химическим и механическим действием тока и в отличие от ожогов возникают при плотном контакте тела с электродом. Они совершенно безболезненны, даже в тех очень редких случаях, когда эта травма имела серьезные последствия.

Электрометаллизация заключается в пропитывании поверхности кожи частицами металла электрода, расплавляющегося под действием тока. Исход электрических

знаков и электрометаллизации зависит от площади пораженной поверхности тела. Обычно они благополучно проходят.

2. Классификация электроустановок и помещений по степени опасности поражения электрическим током

Требования безопасности зависят от вероятности и возможной тяжести электропоражения в тех или иных условиях эксплуатации электрооборудования.

Поскольку сопротивление тела человека непостоянно, трудно оценивать условия безопасности по току, который может проходить через тело человека при электропоражении. Поэтому электроустановки классифицируют по величине напряжения. Раньше «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок» прежде всего различали установки высокого и низкого напряжения, то есть установки, где напряжение между одним из проводов и землей может длительно превышать 250 в, и установки, где этого нет. Однако и при напряжении относительно земли 220 в и при более низких напряжениях смертельные случаи бывают чаще, чем при высоком напряжении, так как установки низкого напряжения шире распространены и с ними связаны лица, не имеющие электротехнических знаний. По данным Госэнергонадзора, в сельских электроустановках около 80% тяжелых и смертельных поражений электричеством происходит при низком напряжении. Теперь правила безопасности различают установки с номинальным напряжением до и выше 1000 в.

Иногда применяют также термины «пониженное напряжение» или «безопасное напряжение». Это номинальные напряжения 12, 24 или 36 в, которые применяют для ручных переносных светильников, для ручного электрифицированного инструмента, а также и для местного освещения неподвижными светильниками. Хотя это напряжение действительно значительно менее опасно при соблюдении правил техники безопасности, чем, например, 220 в, однако термин «безопасное напряжение» следует считать условным, так как известны единичные случаи смертельных поражений током даже при напряжении 12 в, правда при особо опасных условиях (сырость, токопроводящий пол).

Безопасность обслуживания электрооборудования зависит от характера среды, где оно установлено. Например, жара и влажность способствуют как быстрому ухудшению изоляции, так и снижению сопротивления кожи человека. По степени опасности поражения людей электрическим током помещения делят на три класса.

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют признаки помещений двух других классов.

2. Помещения с повышенной опасностью, имеющие один из следующих признаков: а) сырые, то есть с относительной влажностью воздуха, длительно превышающей 75%; б) с проводящей пылью, выделяющейся по условиям производства в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин и аппаратов; в) с токопроводящими полами (земляными, кирпичными, сырыми деревянными и т. д.); г) жаркие (с температурой более $+30^{\circ}\text{C}$ — длительно); д) с возможностью одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования с одной стороны и к соединенным с землей металлоконструкциям здания или механизмам.

3. Помещения особо опасные, имеющие один из признаков: а) особо сырые (относительная влажность воздуха близка к 100%, при этом потолок, стены и все предметы покрыты влагой); б) с химически активной средой; в) имеющие одновременно два или более признаков помещений с повышенной опасностью.

Примером помещений 1-го класса являются учебные лаборатории при условии, что электрические машины и аппаратура установлены достаточно далеко от радиаторов и труб отопления или водопровода и не связаны с землей. К 3-му классу можно отнести, например, бани, помещения для коров или для мойки фляг на ферме.

3. Первая помощь пострадавшему от электрического тока

В местах пребывания дежурного персонала должен находиться шкафчик с набором приспособлений и медикаментов для оказания первой помощи. Бригады, работающие на трассе или на линии, должны иметь с собой сумку первой помощи с таким же набором. В каждой смене должны быть выделены и обучены специальные лица для

оказания первой помощи, на которых возлагается также ответственность за систематическое пополнение этих наборов. Практическое знакомство с правилами оказания первой помощи должны также иметь все электрики квалификационных групп II и выше.

Если попавший под напряжение остается в соприкосновении с токоведущими частями, то необходимо прежде всего как можно скорее освободить его от действия электрического тока. Но без применения надлежащих мер предосторожности прикасаться к человеку, находящемуся под напряжением, опасно. Лучше всего быстро отключить ту часть электроустановки, которой касается пострадавший. Нужно только учесть, что в момент отключения пострадавший, находящийся на высоте, может упасть оттуда. Необходимо обеспечить безопасность его падения, например, растягивая руками брезент или одеяло над местом, куда он может упасть.

Если быстрое отключение установки невозможно, то для отделения пострадавшего от токоведущих частей при напряжении сети до 400 в можно воспользоваться сухой одеждой или другими непроводящими предметами. Например, даже голой рукой можно оттащить пострадавшего за полы сухой одежды, за рукав, но надо избегать прикосновения к его телу или к обуви, которая может оказаться влажной или иметь проводящие ток крючки для шнуровки и гвозди. Спасаящий может изолировать себя, надев диэлектрические галоши или перчатки, либо просто обмотав свою руку шарфом, сухой одеждой или накинув ее на пострадавшего. Можно также встать на сухую доску или, например, на сверток сухой одежды. Если пострадавший касается одного провода, можно прервать ток через пострадавшего, отделив его не от провода, а от заземленных частей, например подсунув под него сухую доску, оттянув ноги от земли за сухую одежду или веревкой. Это может оказаться легче, чем пытаться разжать судорожно сжатую руку. Иногда бывает быстрее и безопаснее перерубить или перерезать провода, которых касается пострадавший, топором или другим инструментом с изолированными ручками. Провода нужно рубить по одному, чтобы не появилась электрическая дуга из-за короткого замыкания между ними.

При напряжении выше 1000 в для отделения пострадавшего от земли или от токоведущих частей нужно пользо-

ваться диэлектрическими ботами, перчатками, штангой или клещами на соответствующее напряжение. На линиях электропередачи можно заземлить провод, набросив на него предварительно заземленный голый проводник. При этом нужно заботиться о том, чтобы набрасываемый проводник после прикосновения к проводам под напряжением не коснулся людей, в том числе бросающего, и чтобы бросающий и другие люди стояли не ближе чем в 5 м от заземлителя, к которому присоединен набрасываемый проводник. Необходимо помнить, что и после отключения высоковольтной линии на ней может сохраниться опасный для жизни емкостной заряд и лишь надежное заземление линии может ее обезопасить.

Если пострадавший после освобождения от тока находится в сознании, но долго был под током или пришел в сознание после обморока, нужно обеспечить ему полный покой до прибытия врача.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но дышит, его нужно удобно уложить, расстегнуть ему ворот, пояс, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт и срочно вызвать врача. Не следует класть на голову холодное, — наоборот, в холодном помещении или на открытом воздухе надо согревать тело, растирать руки, но можно обрызгивать лицо водой.

Если пострадавший не дышит совсем или, находясь в бессознательном состоянии, дышит редко и судорожно, как умирающий, то нужно делать искусственное дыхание. Даже полное отсутствие пульса или реакции зрачка на свет не должно считаться поводом к тому, чтобы не делать искусственного дыхания. Мертвым можно считать пострадавшего только при обгорании всего тела или раздроблении черепа.

Вероятность успешного результата искусственного дыхания тем меньше, чем оно позже начато. Если оно начато в первую же минуту после поражения током, то выживает 90% пострадавших, если через 6 минут — 10%. Поэтому искусственное дыхание лучше всего делать на месте происшествия. Если это невозможно, пострадавшего быстро переносят в другое место.

Прежде чем приступить к искусственному дыханию, нужно, во-первых, быстро освободить пострадавшего от одежды, стесняющей дыхание (шарф, галстук, пояс), но

не следует раздевать пострадавшего. Это не только отнимает время, но и вредно потому, что даже в не очень холодном помещении следует заботиться о согревании пострадавшего, укрывая его одеялом, пользуясь грелками. Во-вторых, нужно раскрыть рот пострадавшего, очистить его от посторонних предметов, если они есть (например, вынуть сместившиеся искусственные челюсти) и главное вытащить язык, который обычно западает в горло. Если рот крепко сжат, ставят четыре пальца обеих рук позади углов нижней челюсти, большими пальцами упирают в ее край и выдвигают ее вперед так, чтобы нижние зубы выдвинулись вперед верхних. Если таким образом раскрыть рот не удастся, следует вставить между задними коренными зубами (у угла рта) ручку ложки или подобный предмет и осторожно, чтобы не сломать зубы, разжать их. Искусственное дыхание нужно делать непрерывно до положительного результата, который иногда наступает лишь через несколько часов, или до прибытия врача. Если же врача нет, то прекратить искусственное дыхание можно только при появлении трупного окоченения или трупных пятен.

Делая искусственное дыхание, нужно следить за лицом пострадавшего. Если он пошевелит губами, веками или сделает глотательное движение горлом (кадыком), нужно проверить, не начнет ли он дышать самостоятельно. Если пострадавший начал равномерно дышать, искусственное дыхание прекращают, иначе оно может только повредить. Если же после нескольких мгновений ожидания (не более 15—20 сек) окажется, что пострадавший не дышит, искусственное дыхание немедленно возобновляют.

Из двух основных способов искусственного дыхания первый (способ Шефера) состоит в том, что пострадавшего кладут на живот, слегка повернув его голову на бок, чтобы видеть лицо. Спасаящий встает над пострадавшим на колени, как бы верхом, лицом к голове и обхватывает нижние ребра пострадавшего с боков четырьмя пальцами каждой руки, положив большие пальцы на спину пострадавшего (рис. 4). Спасатель постепенно на счет: «раз, два, три» наклоняется вперед так, чтобы весом своего тела наваливаться на вытянутые руки и таким образом нажимать на ребра пострадавшего (выдох). Затем, не снимая рук со спины пострадавшего, спасатель откидывается назад, освобождая грудную клетку пострадавшего, которая несколько раздвигается (вдох). Сосчитав: «четыре,

пять, шесть», спасатель снова наклоняется (выдох) и т. д. — со скоростью приблизительно 1 дыхание за 3—4 секунды. Следует нажимать именно на низ грудной клетки, а не под ребрами на живот, чтобы не выдавить пищу из желудка в рот и не помешать дыханию.

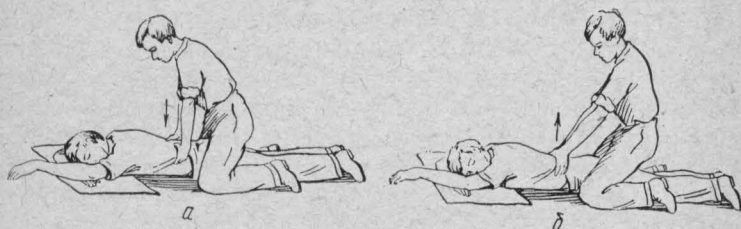


Рис. 4. Искусственное дыхание по первому способу:

а — выдох; б — вдох.

Этот способ создает значительно меньшую вентиляцию легких, чем второй (см. ниже), но зато позволяет одному человеку оказывать помощь, не требуя помощника для удержания языка вытянутым из горла. Первый способ также менее утомителен, чем второй, при котором спасатель может выбиться из сил уже за полчаса.

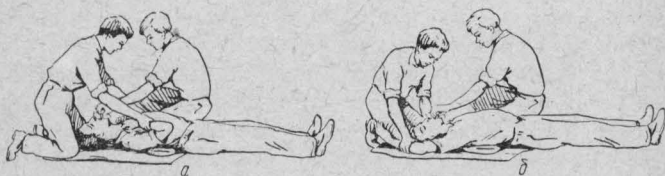


Рис. 5. Искусственное дыхание по второму способу:

а — выдох; б — вдох.

При втором способе пострадавшего кладут на спину, подложив под лопатки что-нибудь мягкое так, чтобы голова запрокинулась назад. Один спасатель встает на колени над головой пострадавшего и, захватив его руки у локтя (рис. 5), прижимает их без большого усилия к боковым сторонам его грудной клетки (выдох). Считая: «раз, два, три», спасатель поднимает руки пострадавшего кверху и закидывает их за его голову (вдох). Считая: «четыре, пять, шесть», вновь прижимает их к груди и т. д.

Второй спасатель в это время удерживает язык пострадавшего, оттягивая его в сторону нижней челюсти и пользуясь носовым платком или другим чистым материалом. Время от времени спасатели меняются местами. Если их трое, то двое двигают каждый одной рукой пострадавшего, а третий удерживает язык (рис. 6). При правильно проводимом искусственном дыхании получается звук, похожий на стон, от прохождения воздуха через горло пострадавшего при выдохе. Если звука нет, то это указывает обычно на то, что язык мешает прохождению воздуха; тогда его надо вытянуть больше.

Второй способ не применяется при переломе руки, ребер или ключицы, а первый — при переломах ребер, при ожогах или ранениях спины и т. д.



Рис. 6. Искусственное дыхание по второму способу при трех спасателях:

а — выдох; б — вдох.

Существуют и другие способы искусственного дыхания. Например, путем вдувания воздуха, выдыхаемого спасателем, в рот пострадавшего при зажатых ноздрях. Пока спасатель делает вдох, воздух из грудной клетки пострадавшего выходит самотеком, но лучше нажимать на грудь. В выдыхаемом воздухе еще достаточно кислорода, и по степени вентиляции легких этот способ лучше обоих предыдущих, но он имеет и недостатки, из-за которых не получил у нас широкого применения. Однако, если невозможно применять первые два способа, этот способ дает возможность оказать помощь пострадавшему.

До сих пор встречаются в сельской местности люди, которые пытаются оживлять пострадавших от электрического тока и, в особенности, от атмосферного электричества путем зарывания человека в землю. Это не только бесполезно, но и вредно, так как затрудняет пострадавшему дыхание.

Промышленность выпускает специальные аппараты для искусственного дыхания, иногда с подачей кислорода (для отравленных). Например, аппарат ДП-1, в котором компрессор с электродвигателем обеспечивают 20 дыханий в минуту. Для облегчения искусственного дыхания иногда применяют качающуюся доску, на которой то ноги, то голова пострадавшего поднимаются вверх, причем органы брюшной полости то надавливают на диафрагму (выдох), то освобождают ее (вдох). Однако при таком способе содержимое желудка может вытечь в рот и затем попасть в дыхательное горло. Все аппараты для выполнения или облегчения искусственного дыхания требуют дополнительного, хотя бы и небольшого времени для их доставки на место происшествия и подготовки к работе. Пока они дают не намного больший процент удачных результатов, чем искусственное дыхание, выполняемое вручную.

Для борьбы с фибрилляцией сердца применяют специальные аппараты — дефибрилляторы, которые создают электрический разряд высокого напряжения через сердце, вызывают общее сокращение его мышц и устраняют фибрилляцию. Для успешного результата необходимо, чтобы это было сделано не позднее чем через полторы минуты после начала фибрилляции, поэтому дефибрилляторы применяют главным образом при хирургических операциях, когда фибрилляцию можно ожидать заранее и заблаговременно подготовиться.

4. Требования к персоналу, обслуживающему электротехнические установки

Все занятые на эксплуатации электроустановок лица в отношении их квалификации в вопросах техники безопасности делятся на пять групп. Они должны иметь возраст не менее 18 лет, кроме относящихся к первым двум группам (17 лет), быть психически здоровыми и не иметь увечий или болезней, мешающих работе. Кроме того, они должны пройти инструктаж и обучение безопасным методам работы на рабочем месте, а для группы II и выше — также изучить правила техники безопасности и пройти проверку знаний.

К первой квалификационной группе по технике безопасности относятся лица, проходящие инструктаж при по-

ступлении на работу и затем не реже одного раза в год, связанные с обслуживанием электроустановок, но не имеющие электротехнических знаний, отчетливого представления об опасностях электрического тока и мерах безопасности при работах в электроустановках (ученики электромонтеров, уборщицы).

Лица II группы должны иметь: 1) стаж работы не менее месяца в данной установке (для практикантов ремесленных и технических училищ, вузов и техникумов стаж не нормируется); 2) элементарное техническое знакомство с электроустановками; 3) достаточно отчетливое представление об опасностях электрического тока; 4) знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках; 5) практическое знакомство с правилами оказания первой помощи. К этой группе относятся, например, уборщики в распределительных устройствах напряжением выше 1000 в, электромонтеры и электрослесари.

Лица I и II групп могут иметь возраст 17 лет, но не достигших 18 лет нельзя использовать на работах без снятия высокого напряжения, при верховых работах на воздушных линиях, на кабельных работах, на ремонте и обслуживании электрооборудования в котельном, тепло-силовом и пылеприготовительном отделениях электростанций и на некоторых других работах.

Лицам III группы необходимо: 1) иметь общий стаж работы в электроустановках не менее 6 месяцев (имеющим 7 классов образования и прошедшим специальное обучение или окончившим ремесленные училища — стаж не менее 3 месяцев, практикантам институтов и техникумов — не менее 1 месяца работы с группой II); причем для работающих в установках с напряжением выше 1000 в стаж учитывается только по этим установкам (также и для последующих групп); 2) иметь элементарные познания в области электротехники и знакомство с устройством и обслуживанием электроустановок; 3) достаточно отчетливо представлять, какие опасности могут возникнуть при работах в электроустановках; 4) знать общие правила техники безопасности, в частности, правила допуска к работам в электроустановках; 5) знать специальные правила техники безопасности по тем видам работ, которые входят в обязанности данного лица; 6) уметь вести надзор за безопасностью работающих в электроустановках;

7) знать правила оказания первой помощи и уметь практически оказывать ее. К этой группе относится, например, оперативный персонал подстанций.

Лица IV группы должны: 1) иметь общий стаж работы в электроустановках не менее года (для имеющих семиклассное образование, а также для окончивших ремесленные или технические училища — не менее 6 месяцев, для начинающих техников и инженеров — стаж не менее 3 месяцев); 2) знать электротехнику в объеме технического минимума; 3) полностью представлять, какие опасности возникают при работах в электроустановках; 4) знать полностью как общие, так и специальные правила техники безопасности, а также правила использования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках; 5) знать установку настолько, чтобы свободно могли разобраться, какие именно элементы должны быть отключены для выполнения работы, найти их в натуре и проверить выполнение необходимых мер безопасности; 6) и 7) — как и для III группы. К IV группе относятся, например, старшие электромонтеры, бригадиры электрослесарей, оперативный персонал электростанций.

Лица V группы должны: 1) иметь общий стаж работы в электроустановках не менее 5 лет, а для имеющих семиклассное и специальное образование или окончивших ремесленные или технические училища — не менее 3 лет (для лиц с законченным высшим или средним техническим образованием — не менее 6 месяцев); 2) **твердо** знать правила техники безопасности, а также правила использования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках; 3) ясно представлять, чем вызвано требование того или иного пункта; 4) уметь организовать безопасное производство работ и вести надзор за ними; 5) **твердо** знать правила оказания первой помощи и уметь практически ее оказывать; 6) знать схемы и оборудование своего участка работы. Эту группу могут иметь старшие монтеры, мастера, техники, инженеры.

Инженерно-технические работники, непосредственно не обслуживающие электроустановки и не принимающие участия в оперативных переключениях, проходят проверку знания ими правил техники безопасности раз в 2 года, а весь остальной персонал II—V групп — ежегодно. Результаты проверки знаний отмечаются в именном удостоверении, где указывается присвоенная владельцу удо-

стоверения квалификационная группа и дата испытаний. К обслуживанию электроустановок или их ремонту не допускаются лица без удостоверения или с просроченным удостоверением на право работы в электроустановках.

Аналогичные квалификационные группы по технике безопасности установлены и для монтажного персонала, занятого на строительстве электрических линий, станций и подстанций.

5. Защита от прикосновения к токоведущим частям

Для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям электроустановок их закрывают кожухами или крышками (например, присоединительные зажимы электродвигателей), располагают на недоступной высоте (голые провода воздушных линий), отделяют от проходов и рабочих мест сплошными или сетчатыми ограждениями (оборудование закрытых высоковольтных распределительных устройств).

Во внутренних электропроводках или в переносных установках напряжением до 1000 в применяют изолированные провода и кабели. Изоляция проводов предотвращает прикосновение к токоведущей части провода. Кроме того, благодаря изоляции проводов относительно земли, человек, прикоснувшийся к одному из полюсов сети, которая не имеет заземленной точки (например, при питании ее от однофазного генератора или от аккумуляторной батареи), находится в более безопасных условиях, чем в случае прикосновения к одному из проводов, когда второй заземлен либо из-за порчи изоляции, либо в сети с заземленным нулевым проводом (рис. 7). При отсутствии прикосновения ток утечки через изоляцию проводов (в амперах) равен:

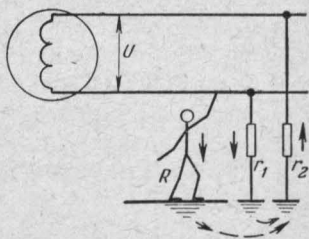


Рис. 7. Однополюсное прикосновение человека к электрической сети.

$$I_y = \frac{U}{r_1 + r_2}.$$

После прикосновения:

$$I = \frac{U}{\frac{Rr_1}{R + r_1} + r_2},$$

где U — напряжение между проводами (в);
 R — сопротивление пути тока через человека (ом);
 r_1 и r_2 — сопротивления изоляции проводов относительно земли (ом).

Ток через человека:

$$I_{\text{ч}} = \frac{I \frac{Rr_1}{R + r_1}}{R}.$$

Подставляя сюда значение I и учитывая, что обычно $r_1 = r_2 = r$, получим:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U}{2R + r}.$$

Если же сопротивление $r_2 = 0$ (при порче изоляции или в сети с заземленным нулевым проводом), то:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U}{R}.$$

Согласно ПТЭ сельских электроустановок (Л-10), изоляция электропроводок может считаться достаточной, если ее сопротивление между проводом одной фазы и землей в сухих отапливаемых помещениях на участке между последовательно включенными плавкими предохранителями или за последним предохранителем составляет не менее 1000 ом/в. Например, при 220 в сопротивление должно быть 220 000 ом. Измеряется сопротивление мегомметром раз в два года. Если сопротивление меньше нормы, то изоляцию надо испытать переменным током напряжением 1000 в в течение одной минуты. Вместо этого допускается и испытание мегомметром на напряжение 2500 в. В сырых или неотапливаемых помещениях сопротивление изоляции не нормируется, но рекомендуется стремиться к поддержанию его в установках с напряжением относительно земли до 250 в на уровне, не меньшем, чем 200 ом на 1 в, путем своевременной замены проводов с состарившейся изоляцией. Здесь измерения делают ежегодно.

Существенным средством предупреждения случайных прикосновений к токоведущим частям, находящимся под

напряжением, являются плакаты или надписи, которые предостерегают посторонних или помогают персоналу электроустановок избежать опасных ошибок. Например, на рукоятках рубильников или приводов выключателей вывешивают запрещающие плакаты (на белом фоне надпись красными буквами: «Не включать — работают люди»). На месте работ, где все условия безопасности обеспечены, вывешивают разрешающий плакат, где на зеленом фоне расположен белый круг с черной надписью: «Работать здесь». Такой плакат, а также надписи с номерами аппаратов или названием отходящих линий помогают не перепутать оборудование, отключенное для ремонта, с работающим.

Иногда применяется сигнализация безопасности. Например, в камере трансформатора, где все условия безопасности обеспечены, горит сигнальная лампа, но в случае ошибочного приготовления к подаче напряжения на трансформатор (включение разъединителей) лампа гаснет и тем предупреждает людей, работающих на трансформаторе, об опасности. Цепь тока через лампу разрывается блоком контактами, связанными с приводами разъединителей, через которые может быть подано напряжение на данный трансформатор.

Чтобы предотвратить прикосновение к токоведущим частям при ошибочном открывании кожуха неотключенного аппарата или двери в ограждении, применяют блокировки безопасности, которые либо автоматически снимают напряжение с токоведущих частей внутри кожуха (или ограждения), либо не дают открыть их, пока напряжение не будет снято.

Блокировки применяют также и для предотвращения других опасных ошибок, например ошибочного отключения разъединителя в высоковольтной цепи раньше чем отключат выключатель. Возникающая при этом электрическая дуга не только повреждает оборудование, но и представляет большую опасность для человека, отключившего разъединитель.

На рисунке 8 показана механическая блокировка между выключателем и разъединителем в шкафах ввода или отходящей линии комплектных распределительных устройств типа КРН-10. Основными элементами блокировки являются два диска с вырезами, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях. Диск 1 закреплен на валу

привода выключателя, а диск 2 — на промежуточном валу привода разъединителя. При включении выключателя диск 1, поворачиваясь, входит в вырез диска 2 и стопорит его, не позволяя ни отключить, ни включить разъединитель. Оперировать разъединителем можно лишь при отключенном выключателе, когда вырезы в дисках совпадают.

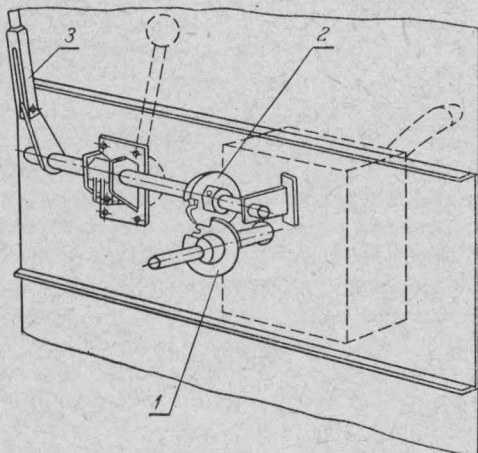


Рис. 8. Блокировка, предотвращающая ошибочные операции с разъединителем в шкафу линии комплектного распределительного устройства КРН-10:

1 — диск на валу выключателя; 2 — диск на промежуточном валу привода к разъединителю; 3 — тяга разъединителя.

Прежде чем прикоснуться к токоведущей части, даже после ее отключения от других частей установки, находящихся под напряжением, нужно проверить, не осталось ли на ней напряжение в результате какой-либо ошибки. При междупазовом напряжении до 230 в можно воспользоваться переносной контрольной лампой на напряжение 220 в. Эта лампа должна иметь патрон с изолирующей рукояткой и крючком, позволяющим подвешивать лампу, а также сетку из толстой проволоки, предохраняющую лампу от механического повреждения.

Применяют также специальные указатели (индикаторы) напряжения, которые более портативны и удобны,

чем контрольная лампа. Кроме того, они пригодны при более высоком напряжении.

На рисунке 9 представлен карманный указатель напряжения переменного тока на напряжение до 400 в, а на рисунке 10 — указатель на более высокие напряжения (до 500 или 750 в), позволяющий определить напря-



Рис. 9. Карманный указатель напряжения переменного тока на напряжение 400 в.

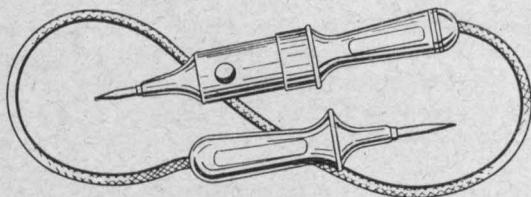


Рис. 10. Указатель напряжения до 500—750 в.

жение между проводами сети с изолированной нейтралью. Такие указатели содержат неоновую лампочку и добавочное высокоомное сопротивление. Лампочка светится от активного тока утечки.

На рисунке 11 представлен указатель напряжения на 10 кв. Он состоит из двух привинченных друг к другу изоляционных трубок: собственно указателя 1 и держателя 2. В первой трубке помещаются неоновая лампочка 3 и конденсатор 4. Достаточно поднести указатель близко

к токоведущей части соответствующего напряжения, как лампочка начинает светиться от емкостного тока. Если же она не горит даже при касании указателем токоведущей части, то это свидетельствует об отсутствии напряжения.

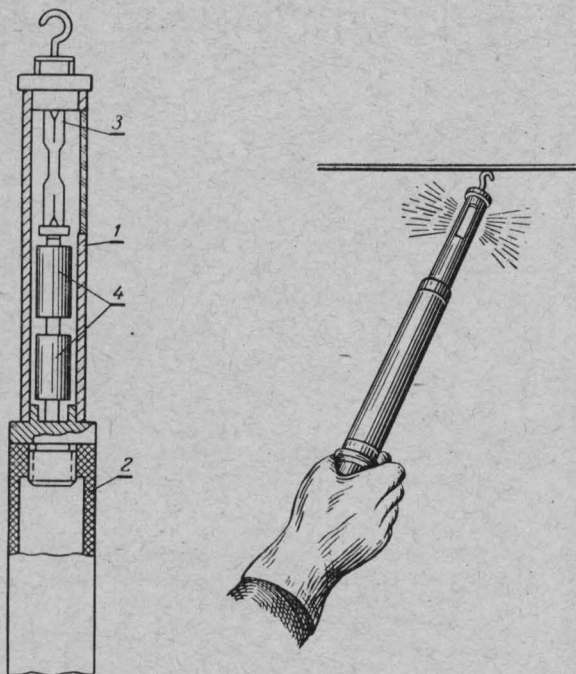


Рис. 11. Указатель напряжения на 10 кВ:

1 — указатель; 2 — держатель; 3 — неоновая лампочка;
4 — конденсатор.

Указатель перед использованием должен быть проверен путем поднесения к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением. Если же таковых нет поблизости, можно проверить указатель с помощью мегомметра на 1000 или 2500 в. Провода от мегомметра присоединяют к крючку и к гайке, с помощью которой привинчен указатель 1 к держателю 2. При вращении мегомметра у исправного указателя светится неоновая лампочка.

6. Принцип защитного заземления

Корпус электродвигателя или трансформатора, арматура электрического светильника или трубы электропроводки нормально не находятся под напряжением относительно земли благодаря изоляции от токоведущих частей. Однако при повреждении изоляции любая из этих металлических частей может оказаться под напряжением, нередко равным фазовому напряжению. Электродвигатель с пробитой на корпус изоляцией часто электрически соединен с машиной, которую он приводит в движение (например, установлен на станке). Таким образом, рабочий, взявшийся за рукоятки управления станком, может неожиданно попасть под напряжение.

Чтобы уменьшить опасность поражения людей при повреждениях изоляции токоведущих частей, применяют ряд мер, среди которых важнейшей является защитное зазем-

ление металлических частей электроустановок, нормально не находящихся под напряжением. Оно состоит в том, что такие части электрически соединяют с заземлителем, то есть с металлическим проводником, находящимся в непосредственном соприкосновении с землей, или с группой таких проводников. Обычно это стержни из угловой стали, забитые в землю. Благодаря защитному заземлению напряжение, под которое может попасть человек, прикоснувшийся к заземленной части, значительно снижается.

На рисунке 12 представлена сеть без заземленной точки с сопротивлением изоляции проводов относительно земли r_1 и r_2 .

После пробоя изоляции одного из проводов на металлический корпус, который связан с защитным заземлением, имеющим сопротивление растеканию тока в земле r_3 , этот корпус будет иметь относительно участков земли с нулевым потенциалом напряжение, равное падению

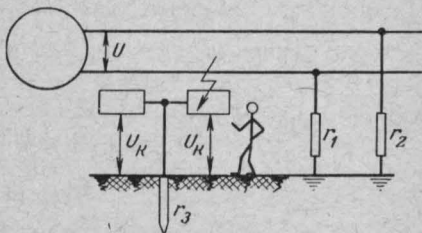


Рис. 12. Защитное заземление в однофазной сети без заземленной точки.

напряжения на r_3 от тока через него:

$$U_K = \frac{U}{r_3 + r_2} r_3.$$

Видно, что с уменьшением r_3 снижается и напряжение, которое может иметь заземленный предмет. Уменьшается и опасность от прикосновения к нему. Правда, такое же напряжение появится и на корпусах неповрежденного оборудования, присоединенных к тому же защитному заземлению.

Аналогично действует защитное заземление и в трехфазных установках с незаземленной нейтралью, например в установках с номинальным напряжением 6—35 кВ. Напряжение относительно земли, под которым может

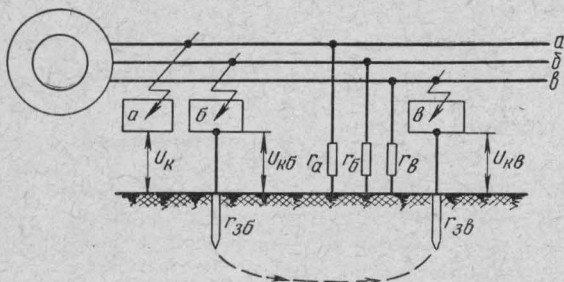


Рис. 13. Защитное заземление в трехфазной сети с незаземленной нейтралью.

оказаться корпус оборудования с пробитой изоляцией (рис. 13) в случае отсутствия защитного заземления a , зависит от сопротивления изоляции фаз относительно земли и может лежать в пределах от 0 (при $r_a = 0$) до линейного U_L (при $r_b = 0$ или $r_в = 0$). При наличии защитного заземления с сопротивлением r_3 напряжение на корпусе будет тем меньше, чем меньше r_3 .

Если в таких сетях изоляция двух других фаз достаточно хорошая, а емкость их относительно земли мала, ток замыкания на заземленный корпус b может быть настолько мал, что напряжение на корпусе может не ощущаться людьми. Но при однофазном замыкании на землю напряжение двух других фаз относительно земли, как известно, увеличивается от фазового до линейного. Изоляция этих фаз может не выдержать увеличившегося напряжения и оказаться поврежденной в другом аппарате,

имеющем свое защитное заземление ϵ . Пойдет большой ток двойного замыкания на землю, который может создать большое падение напряжения на сопротивлениях заземления обоих поврежденных аппаратов $r_{зб}$ и $r_{зе}$. Это недостаток защитного заземления.

Какими бы маленькими ни были величины $r_{зб}$ и $r_{зе}$, падения напряжения на них, а значит, и напряжения на корпусах $U_{кб}$ и $U_{ке}$ будут зависеть от соотношения между $r_{зб}$ и $r_{зе}$ и от линейного напряжения сети $U_{л}$.

При $r_{зб} = r_{зе}$ получится:

$$U_{кб} = U_{ке} = \frac{U_{л}}{2}.$$

Чтобы избежать этого недостатка защитного заземления, ограничивают время работы сети с однофазным замыканием на землю, во время которого с помощью устройств контроля изоляции сети определяют поврежденную фазу, а затем находят и отключают место повреждения. На торфоразработках и в других местах с особо опасными условиями работы не допускают работу установки с однофазным замыканием, применяя защитное отключение (см. п. 8, гл. II).

В высоковольтных установках с глухим заземлением нейтрали трансформатора (установки с номинальным напряжением 110 кВ и выше) защитное заземление снижает напряжение на заземленных частях оборудования, временно оказавшихся под напряжением при пробое изоляции, а затем автоматические устройства релейной защиты от однофазных коротких замыканий отключают поврежденную часть электроустановки.

В установке напряжением 380/220 В с заземленной нейтралью непосредственное защитное заземление корпусов оборудования нередко могло бы оказаться недостаточно эффективным при обычных для этих сетей значениях r_3 порядка нескольких омов. При пробое изоляции сопротивление двух оказавшихся последовательно включенными сопротивлений (рабочего заземления нейтрали и защитного заземления) могло бы оказаться таким, что ток однофазного замыкания на заземленную часть установки был бы слишком мал, чтобы вызвать срабатывание плавкого предохранителя, защищающего поврежденный электродвигатель или участок сети. Например, при сопротивлении рабочего и защитного заземлений по 4 Ом, даже

если пренебречь сопротивлением фазового провода от источника питания до места повреждения изоляции, ток однофазного замыкания был бы равен:

$$I_3 = \frac{220}{\frac{4}{4} + \frac{4}{4}} = 27,5 \text{ а.}$$

В этом случае плавкий предохранитель с номинальным током плавкой вставки 35 а и выше уже не перегорел бы. На заземленном оборудовании длительно оставалось бы напряжение, при равенстве сопротивлений заземляющих устройств составляющее половину фазового, то есть 110 в. Если же защитное заземляющее устройство имело бы большее сопротивление, чем заземляющее устройство нейтрали, то напряжение относительно земли на заземленном оборудовании было бы во столько же раз больше, чем на нулевой точке трансформатора. Например, легко подсчитать, что если сопротивление заземления нейтрали составляло бы 2 ом, а сопротивление защитного заземления 8 ом, на заземленных частях оборудования при пробое изоляции было бы напряжение 176 в.

Поэтому в четырехпроводных сетях напряжением 380/220 в, где нейтраль обмотки питающего трансформатора или генератора глухо заземлена, применяют защитное заземление, присоединяя к нулевому проводу металлические части, нормально не находящиеся под напряжением. До 1956 г. такой вид заземления назывался занулением.

При таком заземлении корпусов оборудования в случае пробоя изоляции возникнет петля тока однофазного короткого замыкания со сравнительно небольшим сопротивлением, состоящим из сопротивлений фазового и нулевого проводов. Потечет ток к. з., значительно больший, чем при обычном защитном заземлении. Поэтому достаточно быстро сработает плавкий предохранитель, защищающий поврежденное оборудование или участок сети. Именно быстрое и полное снятие напряжения с поврежденного оборудования является основой такого вида защитного заземления, в отличие от непосредственного заземления, когда напряжение на заземленных частях при повреждении изоляции лишь понижается, но может длительно сохраняться.

Однако в случае обрыва нулевого провода все оборудование за точкой обрыва оказалось бы не только совер-

шенно лишенным защитного заземления, но и поставленным даже в более плохие условия, чем при полном его отсутствии, потому что при повреждении изоляции любого аппарата или электродвигателя появилось бы напряжение, в большинстве случаев равное фазовому, не только на его корпусе, но и на всех других корпусах, связанных с нулевым проводом за точкой обрыва.

Чтобы этого избежать, во-первых, стремятся предотвратить обрывы нулевого провода. В частности, не допускают установку плавких предохранителей в нулевом проводе на участках сети, где он используется для защитного заземления, и периодически контролируют качество электрических соединений в нулевом проводе путем измерения сопротивления петли фаза — нуль по методике, которая изложена ниже. Во-вторых, чтобы уменьшить напряжение при замыкании на корпус электрооборудования, связанного с нулевым проводом, если он все-таки оборвется, необходимо делать повторные заземления нулевого провода на концах как магистралей, так и ответвлений воздушных линий длиной более 200 м и, кроме того, не реже чем через 1 км от ближайшего заземления, а также вблизи ввода как воздушных, так и кабельных линий в здания, в которых выполняется заземление электрооборудования.

Повторные заземления нулевого провода полезны и при целом нулевом проводе, так как они снижают напряжение на корпусе поврежденного оборудования до момента срабатывания предохранителя или в случае, если он не сработает из-за неправильного выбора плавкой вставки или при недостаточно большой величине тока к. з. вследствие замыкания на корпус через большое переходное сопротивление. Если у нулевого провода, как это часто бывает, сечение в два раза меньше, а сопротивление вдвое выше, чем у фазового, то без повторного заземления при замыкании на корпус на нулевом проводе будет падение напряжения от тока к. з. приблизительно в $\frac{2}{3}$ фазового: $\frac{2}{3} \cdot 220 = 147$ в.

При одном повторном заземлении нулевого провода вблизи поврежденного оборудования напряжение на корпусе снизится приблизительно до:

$$U_{\text{к}} \cong \frac{147 \cdot r_{\text{п.з.}}}{r_0 + r_{\text{п.з.}}},$$

где r_0 — сопротивление заземления нейтрали;

$r_{п.з}$ — сопротивление повторного заземления.

При двух или большем количестве повторных заземлений напряжение на корпусе снижается еще больше.

Согласно «Правилам техники безопасности при эксплуатации электрических установок в сельскохозяйственном производстве» (Л-1), сечение и марка нулевого провода линии от трансформатора до животноводческих помещений и во внутренних проводках должно быть таким же, как у фазового провода. Это снижает падение напряжения на нулевом проводе, а значит, и напряжение на корпусе поврежденного оборудования с $2/3$ до $1/2$ фазового (без учета повторных заземлений) и увеличивает ток однофазного к. з., то есть увеличивает надежность быстрого срабатывания плавкого предохранителя или установочного автомата и полного снятия напряжения с поврежденной фазы.

Повторные заземления также увеличивают ток однофазного к. з.

Нельзя применить для одних аппаратов или машин только непосредственное защитное заземление, а для других — связь с заземленным нулевым проводом, если все они питаются от общей электрически связанной четырехпроводной сети 380/220 в. Это предполагало бы длительное существование условий, которые при правильном выполнении защитных мероприятий могли бы возникнуть только в случае обрыва нулевого провода. Замыкание на корпус оборудования с непосредственным заземлением (рис. 14) вызвало бы появление на нем напряжения U_k относительно земли, равного падению напряжения на сопротивлении защитного заземления $r_з$, то есть приблизительно:

$$U_k \cong \frac{U_{\Phi} r_з}{r_0 + r_з}.$$

На сопротивлении заземления нейтрали обмотки питающего сеть трансформатора или генератора r_0 падение напряжения U_0 составило бы приблизительно:

$$U_0 \cong \frac{U_{\Phi} r_0}{r_0 + r_з}.$$

Такое же напряжение относительно земли приобрели бы нейтраль, нулевой провод и все связанные с ним метал-

лические части оборудования. В зависимости от соотношения величин r_0 и r_3 , либо на поврежденном оборудовании с непосредственным защитным заземлением, либо на оборудовании, связанном с нулевым проводом, либо и на том и на другом могло бы длительно существовать значительное напряжение относительно земли, хотя и меньшее, чем фазовое.

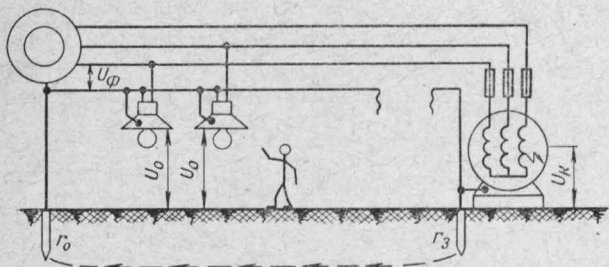


Рис. 14. Обрыв нулевого провода при наличии повторного заземления.

В установках напряжением 380/220 в и ниже, расположенных в помещениях без повышенной опасности (например, в жилых домах с деревянными полами), никаких видов защитного заземления корпусов электрооборудования не применяют, так как это только ухудшило бы условия безопасности, повысив опасность от одновременного прикосновения к токоведущей части и к заземленным деталям электрооборудования. В установках с напряжением менее 127 в переменного тока или менее 110 в постоянного тока защитное заземление вообще ни в каких помещениях или наружных установках не применяется, кроме случаев, предусмотренных в специальных правилах.

7. Конструкции и расчет защитных заземлений

Если представить себе заземлитель в виде полусферы (рис. 15), то ток в земле растекается во все стороны от этого заземлителя в радиальных направлениях. Сечение «земляного проводника» будет определяться поверхностью полусфер того или иного радиуса и по мере увеличения радиуса будет возрастать. Соответственно будет уменьшаться сопротивление грунта растеканию тока.

Как показывают опыты, падение напряжения на участке грунта радиусом в 1 м от поверхности заземлителя составляет около 68% всего напряжения на заземлителе, то есть напряжения между заземлителем и точками земли с нулевым потенциалом, которые располагаются от заземлителя на расстоянии приблизительно 20 м. На рисунке 15 дана кривая изменения потенциала на поверхности земли по мере удаления от заземлителя, которая является гиперболой. Приблизительно так же выглядит эта кривая при другой конструкции сосредоточенного заземлителя (например, стержень, забитый в землю).

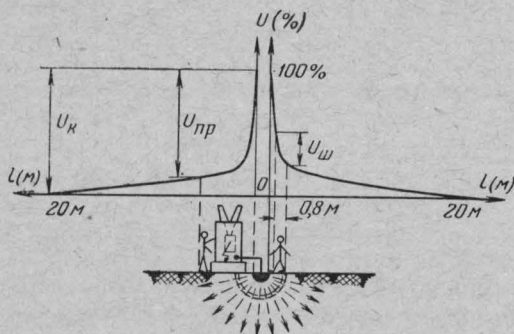


Рис. 15. Растекание тока в земле от сосредоточенного заземлителя и кривая изменения потенциала на поверхности земли по мере удаления от заземлителя.

На расстоянии больше 20 м от одиночного сосредоточенного заземлителя падение напряжения в слоях земли от тока растекания уже практически не обнаруживается. Пространство вокруг заземлителя, где обнаруживается ток растекания, называется полем растекания. В сущности сопротивление растеканию тока от заземлителя — это сопротивление полусферы грунта с радиусом, равным радиусу поля растекания.

Если человек, находясь на земле в поле растекания тока от заземлителя, прикоснется к заземленному корпусу оборудования с поврежденной изоляцией, то он окажется под напряжением между корпусом и точкой поверхности земли, на которой он стоит. Это так называемое напряжение прикосновения ($U_{пр}$) в общем случае составляет лишь часть напряжения U_K на корпусе относительно земли

(рис. 15), зависящую от расстояния между ногами человека и заземлителем, а также от формы кривой спада потенциала. Эта кривая может быть более пологой при сложной конструкции заземлителя (из нескольких стержней, связанных электрически), тогда $U_{\text{пр}}$ меньше. Кроме того, к телу человека приложена лишь часть напряжения между упомянутыми точками, потому что последовательно с сопротивлением тела включено еще и сопротивление полов или сопротивление растекания тока в земле от ног человека, а также электрическое сопротивление его обуви. Итак:

$$U_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} U_{\text{к}} = \alpha_{\text{пр}} I_{\text{з}} R_{\text{з}},$$

где $I_{\text{з}}$ и $R_{\text{з}}$ — ток, стекающий с заземлителя, и сопротивление растеканию тока в земле;

$\alpha_{\text{пр}}$ — коэффициент прикосновения, в общем случае меньший единицы, показывающий, какую часть от напряжения на заземленном корпусе (или на заземлителе) составляет напряжение прикосновения.

Между ногами человека, идущего по поверхности земли в потенциальном поле заземлителя, имеется разность потенциалов, которая называется **шаговым напряжением** ($U_{\text{ш}}$). Как видно из рисунка, оно будет тем больше, чем ближе человек к заземлителю и чем больше его шаг. Оно зависит и от направления шага: вдоль направления тока или под углом к нему. При расчетах принимают, что у всех людей шаг в среднем равен 0,8 м. У крупных животных расстояние между передними и задними ногами значительно больше. Не удивительно, что, например, коровы могут погибать при значительно меньших напряжениях на заземлителе, к которому они приближаются (или при больших расстояниях до упавшего на землю провода), чем люди, хотя, как указывалось выше, для крупных животных значение смертельных токов много больше, чем для людей. Установлено, что при вертикальном стержневом заземлителе ток через него в 3,5 а уже может создать смертельные для животных величины шагового напряжения.

По аналогии с коэффициентом прикосновения можно ввести понятие коэффициента шага:

$$\alpha_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ш}}}{U_{\text{з}}} < 1.$$

Коэффициент шага также зависит от сопротивлений растеканию тока с каждой ноги человека в земле, от электрического сопротивления полов и обуви.

Напряжения прикосновения и шага могут быть измерены в действующей установке. На расстоянии 0,8 м от корпуса токоприемника кладут тонкую свинцовую пластинку размером $26 \times 26 \text{ см}^2$, то есть площадью поверхности, равной площади подошв обуви взрослого мужчины. Под пластинкой грунт (или пол) смачивают водой (четверть стакана). На пластинку кладут груз весом 80 кг, равномерно распределяя его по всей ее поверхности. Между пластинкой и проводом сети, соединенным с корпусом, включают вольтметр с внутренним сопротивлением 1000 ом, условно заменяющим сопротивление тела человека. Вольтметр показывает $U_{\text{пр}}$.

Напряжение шага можно определить с помощью двух стержней (зондов) или пластин, аналогичных описанным выше, между которыми включен вольтметр, когда через заземлитель и еще один вспомогательный стержень пропускают от постороннего источника некоторый ток I . Воткнув в землю один зонд посередине пути тока (или положив на пол одну пластину), второй зонд размещают от первого на расстоянии 0,8; 1,6; 2,4 м и т. д., определяя разность между показаниями прибора и пересчитывая измеренные значения с учетом реально возможного тока через заземлитель в аварийных условиях (I_3) по формуле:

$$U_{\text{ш}} = U_{\text{ш.из}} \frac{I_3}{I},$$

где $U_{\text{ш.из}}$ — напряжение шага, полученное из опыта при токе I через заземлитель.

Чтобы уменьшить величины шагового напряжения и напряжения прикосновения, на территории электростанций и подстанций с токами короткого замыкания на землю более 500 а обязательно применяют сложные замкнутые контурные заземлители. Они состоят из забитых в землю вокруг территории стержней длиной 2,5—3 м, находящихся от поверхности земли на глубине порядка 0,7 м и соединенных между собой приваренными к стержням стальными полосами сечением не менее 48 мм² при толщине не менее 4 мм. Кроме соединительных полос, применяют также выравнивающие электроды (полосы или лучше круглую сталь диаметром 6 мм), пересекающие

контур поперек (рис. 16) на расстоянии один от другого от 2,5 до 15 м (Л-11). Видно, что в результате сложения полей растекания от выравнивающих электродов потенциалы точек на поверхности земли в пределах нужной территории значительно выравниваются, а возможные там величины $U_{пр}$ и $U_{ш}$ снижаются. При шести выравнивающих полосах и расстоянии между ними 2,5 м наибольший коэффициент прикосновения для человека, находящегося

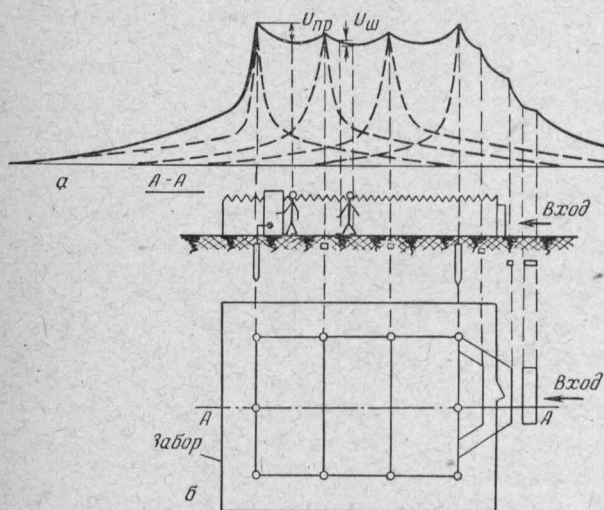


Рис. 16. Контурное заземляющее устройство с выравнивающими потенциал полосами (б) и кривая распределения потенциала в сечении $A-A$ (а).

внутри контура, составляет всего 0,12, а коэффициент шага 0,04. При расстоянии между полосами 15 м коэффициенты соответственно равны 0,46 и 0,11. Увеличение количества выравнивающих полос снижает величины этих коэффициентов, но мало (Л-24).

Однако экономичнее заземляющее устройство из прямого, а не замкнутого ряда стержней. Оно может применяться при токах замыкания на землю менее 500 а.

Согласно разделу I ПУЭ (Л-12), должны соблюдаться следующие нормы на величину сопротивлений заземлений нейтрали или защитных заземлений.

В электроустановках напряжением выше 1000 в с большими токами замыкания на землю (более 500 а) сопротивление заземляющих устройств должно быть не более 0,5 ом в любое время года. Такие токи могут быть в установках с номинальным напряжением 110 кв и выше, в которых нейтрали обычно глухо заземлены.

Для заземляющих устройств в установках переменного тока нужно стремиться использовать естественные заземлители, например стальные и свинцовые оболочки кабелей в земле, шпунт и другие детали гидросооружений, водопроводные трубы (кроме труб автопоилок) и т. д. Однако при токах замыкания на землю более 500 а необходим, кроме естественных, еще и искусственный заземлитель с сопротивлением не более 1 ом на случай ремонта водопровода, замены кабелей и т. д.

В электроустановках напряжением выше 1000 в с малыми токами замыкания на землю (установки с номинальным напряжением 3—35 кв, кроме использующих землю в качестве провода) сопротивление заземляющего устройства должно соответствовать условиям:

$$10 \text{ ом} \geq r_z \leq \frac{250}{I_z},$$

где I_z — расчетный (полный) ток замыкания на землю, протекающий через заземлитель (а).

В сетях с компенсацией емкостных токов за расчетный ток следует принимать: для заземляющего устройства, к которому присоединен компенсирующий аппарат, 125% номинального тока этого аппарата, а для других заземляющих устройств — наибольший ток замыкания на землю, который может остаться некомпенсированным при отключении самого мощного из компенсирующих аппаратов, но не менее 30 а.

В сетях с малым током замыкания на землю и без компенсации в качестве расчетного тока можно принимать ток плавления предохранителей или ток срабатывания релейной защиты от междофазных замыканий, если эта защита обеспечивает отключение замыканий на землю и если ток замыкания на землю превышает ток срабатывания защиты минимумом в 1,5 раза или номинальный ток плавкой вставки минимум в 3 раза. Иначе за расчетный ток надо принимать полный ток замыкания на землю.

Если заземляющее устройство одновременно используется и для электроустановок напряжением более 1000 в с малыми токами замыкания на землю, и для электроустановок напряжением до 1000 в, то сопротивление заземляющего устройства должно соответствовать условию:

$$r_3 \leq \frac{125}{I_3} \text{ ом.}$$

Кроме того, когда к заземляющему устройству присоединены нейтрали обмоток 380/220 в трансформаторов или генераторов, сопротивление заземлителя должно быть не более 4 ом, если даже по приведенной выше формуле получилось бы больше. Исключением является частый в сельских электроустановках случай, когда общая мощность всех генераторов или трансформаторов, нейтраль которых подключена к данному заземляющему устройству, составляет 100 ква или меньше. Тогда можно допускать $r_3 \leq 10 \text{ ом.}$

Сопротивление каждого повторного заземления нулевого провода должно быть не более 10 ом, а если для заземления нейтрали допускается $r_3 \leq 10 \text{ ом,}$ то сопротивление каждого повторного заземления может быть не более 30 ом при числе их не менее трех.

Сопротивление одного электрода в виде трубы или стержня с круглым сечением, забитого вертикально вровень с землей, определяют по формуле:

$$r_c = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d},$$

где l и d — длина и диаметр стержня (м);

ρ — удельное сопротивление грунта (ом · м), равное электрическому сопротивлению куба грунта со сторонами 1 м при протекании тока между металлическими пластинками площадью 1 м², приложенными к противоположным граням куба.

По этой же формуле можно приближенно определять сопротивление растеканию от металлического стержня круглого сечения, если верхний конец стержня находится ниже поверхности земли на расстоянии до 0,8 м, а также стержня из угловой стали, принимая в последнем случае $d = 0,95 B$ (где B — ширина полки уголка в метрах).

Если задаться угловой сталью 40×40 мм, длиной 2,5 м, то $r_c \cong 0,35 \rho$.

Сопротивление заземления горизонтальной полосы длиной l (м) и шириной b (м), расположенной на ребре на глубине h (м) от поверхности земли, определяют по формуле:

$$r_{\Pi} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bh}.$$

Этой же формулой можно пользоваться при горизонтальном заземлителе из круглой стали, подставляя $b = 2 d$.

Удельное сопротивление грунта зависит от его состава (от структуры, наличия солей) и от влажности (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения удельного сопротивления воды и грунтов при влажности 20%

| Грунт | Удельное сопротивление ρ (ом · м) |
|---|---|
| Каменистая почва | 4000 |
| Песок | 700 |
| Чернозем | 200 |
| Суглинок, смесь глины со щебнем или гравием | 100 |
| Глина | 40 |
| Торф | 20 |
| Вода равнинной реки | 50 |
| Морская вода | 1 |

Колебания влажности грунта в связи с высыханием почвы летом сильно влияют на сопротивление грунта. Например, для красной глины ρ уменьшается с увеличением влажности от 10 до 20% приблизительно в 13 раз, при увеличении от 20 до 40% — в 2 раза. Дальнейшее увеличение влажности мало влияет на ρ .

Промерзание почвы значительно увеличивает ρ . Стержневые заземлители рекомендуется забивать на глубину, большую глубины промерзания почвы, и ниже низшего уровня грунтовых вод. Однако стержни длиной свыше 2—3 м неудобно забивать вручную. Учитывая, что значительная часть таких стержней лежит в зоне, подверженной сезонным колебаниям ρ , при проектировании заземляющего устройства в приведенные выше формулы под-

ставляют расчетное значение удельного сопротивления грунта:

$$\rho_{\text{расч}} = \rho K,$$

где K — коэффициент сезона, позволяющий учесть возможное сезонное увеличение ρ при высыхании или промерзании почвы. Величина K лежит в пределах от 1,2 до 2,0 для стержневых электродов длиной 2—3 м с глубиной заложения вершины 0,5—0,8 м или от 1,5 до 7 при горизонтальных заземлителях на глубине 0,8 м (Л-24). Низшие значения K соответствуют климатической зоне СССР со средней многолетней низшей температурой (января) 0° и среднегодовым количеством осадков 50 см (Краснодарский и Ставропольский края и т. п.), а высшие — зоне со средней многолетней низшей температурой — 20° и осадками 40 см (Архангельская и Кировская области и т. п.).

Если бы в сложном заземляющем устройстве отдельные стержни были расположены друг от друга на расстоянии 40 м, то они не влияли бы на растекание тока друг от друга и результирующее сопротивление всех стержней заземляющего устройства составило бы:

$$r_{\text{с.з}} = \frac{r_{\text{с}}}{n},$$

где $r_{\text{с}}$ — сопротивление одного стержня;
 n — число стержней.

Однако часто расстояние между стержнями по величине близко к их длине. При этом они взаимно искажают силовые линии поля растекания у каждого электрода (рис. 17), затрудняя растекание тока в земле. Сопротивление заземляющего устройства с учетом взаимного экранирования отдельных электродов получается больше:

$$r_{\text{с.з.э}} = \frac{r_{\text{с}}}{n\eta_{\text{с}}},$$

где $\eta_{\text{с}}$ — коэффициент использования стержней в заземлителе:

$$\eta_{\text{с}} = \frac{r_{\text{с.з}}}{r_{\text{с.з.э}}} < 1.$$

Величина $\eta_{\text{с}}$ зависит от отношения расстояния между стержнями к длине стержня, от количества стержней и от расположения их в ряд или по контуру (рис. 18).

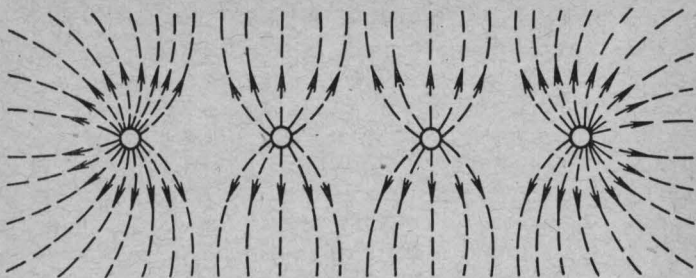


Рис. 17. Искажение силовых линий поля растекания у параллельно включенных стержневых заземлителей.

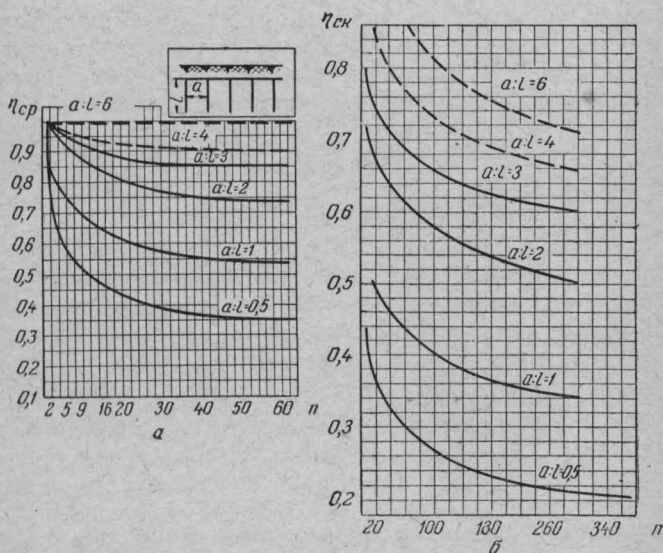


Рис. 18. Графики для определения коэффициентов использования стержневых заземлителей при распределении стержней в ряд (а) или по контуру (б). Пунктирные кривые — по данным ВНИИсельэлектр.

Соединительные полосы между стержнями уменьшают сопротивление заземляющего устройства, но по сравнению

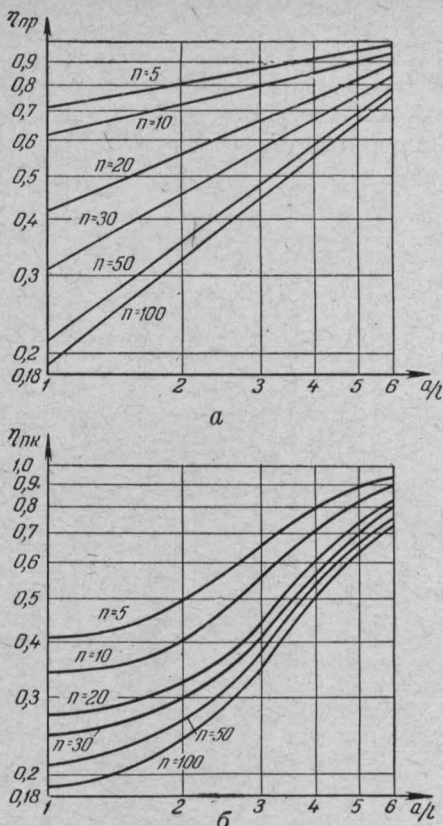


Рис. 19. Графики для определения коэффициентов использования полосы связи в ряду стержневых заземлителей (а) или в контуре стержневых заземлителей (б).

с горизонтальным заземлителем той же протяженности они имеют большее сопротивление из-за экранирования стержнями:

$$r_{п.э} = \frac{r_{п}}{\eta_{п}},$$

где $\eta_{п}$ — определяется по рисунку 19.

На рисунке 20 показан график для определения сопротивления R_B растеканию тока от стальных труб водопровода, использованных в качестве естественных заземлителей, в зависимости от длины подземного участка труб и их диаметра при удельном сопротивлении грунта $100 \text{ ом} \cdot \text{м}$ и глубине прокладки труб 2 м .

На рисунке 21 дан график для определения сопротивления R_K растеканию тока от оболочек кабелей на номи-

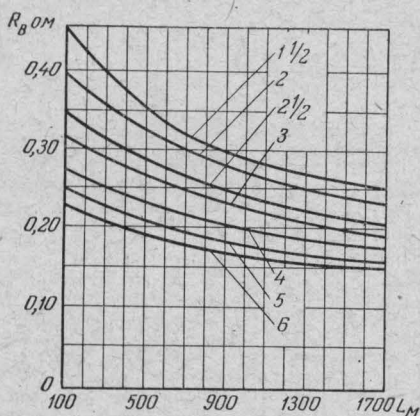


Рис. 20. График для определения сопротивления R_B растеканию тока от стальных труб водопровода в зависимости от длины подземного участка труб и их диаметра в дюймах при $\rho = 100 \text{ ом} \cdot \text{м}$ и глубине прокладки 2 м .

нальное напряжение 6 кВ в зависимости от длины и сечения кабеля при удельном сопротивлении грунта $100 \text{ ом} \cdot \text{м}$ и глубине прокладки кабеля $0,7 \text{ м}$.

Для кабелей на номинальное напряжение 1 кВ или 10 кВ можно пользоваться этим же графиком, умножая полученную величину соответственно на коэффициенты $1,28$ и $0,86$.

Для удельных сопротивлений грунта, отличающихся от $100 \text{ ом} \cdot \text{м}$, можно найти значения R_B или R_K , умножая величины, полученные для $100 \text{ ом} \cdot \text{м}$, на коэффициент γ , найденный по рисунку 22.

При одновременном использовании нескольких различных видов естественных заземлителей результирующее их сопротивление $r_{e.з}$ определяется так:

$$r_{e.з} = \frac{1}{\frac{1}{R_в} + \frac{1}{R_к} + \frac{1}{R_д}},$$

где $R_д$ — сопротивление других естественных заземлителей (кроме водопровода и кабелей).

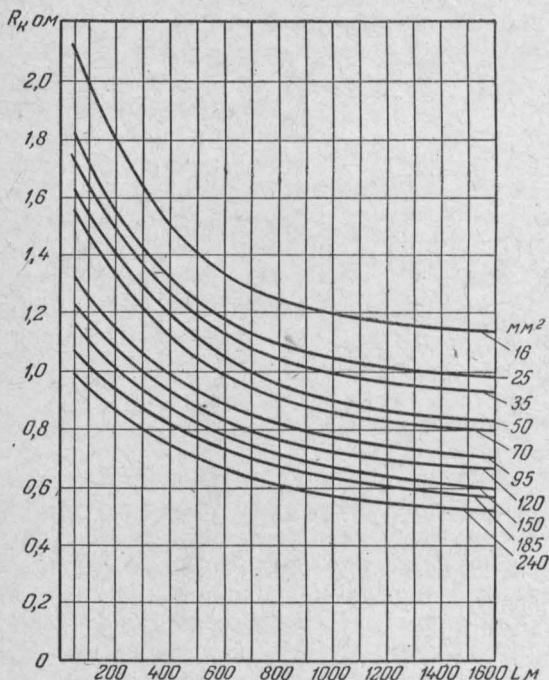


Рис. 21. График для определения сопротивления растеканию тока от оболочек кабелей на номинальное напряжение 6 кВ в зависимости от длины и сечения кабеля при $\rho = 100$ Ом·м и глубине прокладки 0,7 м.

Зная необходимое значение сопротивления заземляющего устройства (например, $r_з = 4$ Ом) и сопротивление естественных заземлителей $r_{e.з}$, можно найти величину

сопротивления искусственных заземлителей:

$$r_{и.з} = \frac{r_з r_{е.з}}{r_{е.з} - r_з},$$

а затем и сопротивление, которое должны обеспечить стержневые заземляющие электроды:

$$r_{с.з.э} = \frac{r_{и.з} r_{п.э}}{r_{п.э} - r_{и.з}}.$$

Иногда наличие соединительных полос не учитывают, что создает некоторый запас надежности в расчетах и упрощает их. Иначе приходится вести расчет методом последовательных приближений. Зная

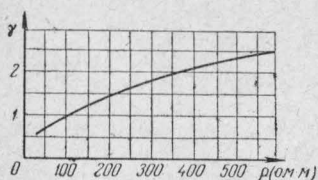


Рис. 22. Поправочный коэффициент γ для R_B или R_K , найденных при $\rho = 100$ ом · м, в случае других величин ρ .

периметр необходимого контурного заземлителя, нужно задаться количеством стержней n и найти расстояние между стержнями (или наоборот); в зависимости от этих величин определить по рисункам 18 и 19 η и уточнить необходимое n по формуле:

$$n = \frac{r_c}{r_{с.з.э} \eta}.$$

Кроме обычных конструкций заземляющих устройств, в последние годы все шире применяют углубленные заземлители, которые представляют собой полосовой заземлитель, уложенный на дно котлована для фундамента здания или для бетонных подножников под металлические опоры линий напряжением 110 кВ и выше. Полосы укладывают по внешнему контуру котлована, но не под фундамент, где заземлитель используется хуже (Л-14). Благодаря углубленному расположению полос обеспечивается малое сопротивление при сравнительно небольшом расходе металла и без специальных земляных работ. Коэффициент K , учитывающий сезонные колебания величины ρ , при этом равен единице.

Те же преимущества имеют глубинные стержневые заземлители, забиваемые специальным канатно-ударным станком, смонтированным на тракторе, до глубины 7—8 м, где они находятся в хорошо проводящих непромерзающих

водоносных слоях. Это позволяет экономить до 50% металла и до 70—80% трудовых затрат (Л-15).

Наиболее целесообразной конструкцией повторных заземлений в воздушных сетях с точки зрения экономичности и доступности являются спирали из круглой стали диаметром 6 мм, намотанные на зарытую в землю часть опоры или стула (10—30 витков, равномерно расположенных по длине) или свернутые в виде плоской спирали из 5—6 витков, размещенной в земле под торцом столба. Такие заземляющие устройства требуют меньше металла, не требуют сварочных и дополнительных земляных работ и вместе с тем обеспечивают необходимые значения r_3 при удельной проводимости грунта, не превышающей указанной в таблице 3 (Л-16).

Т а б л и ц а 3

Наибольшая удельная проводимость грунта

| r_3 | Максимальная удельная проводимость грунта $\rho_{\text{макс. доп.}}$ (ом · м) | | |
|-------|--|-----------|--------------------|
| | цилиндрическая спираль | | плоская спираль |
| | 10 витков | 30 витков | |
| 4 | 23 | 30 | 20 |
| 10 | 55 | 72 | 53 |
| 30 | 165 | 220 | 160 |

Сравнивая значения $\rho_{\text{макс}}$ из таблицы 3 со значениями по таблице 2 и учитывая коэффициент $K = 1,2 \div 2$, можно заключить, что сопротивления повторного заземления в 30 и 10 ом на торфяниках и в глинистой или даже суглинистой почве можно обеспечить с помощью того или иного из спиральных заземлителей практически всегда. Когда спиральные заземлители не подходят, целесообразно применять заземлитель из стержней угловой стали $40 \times 40 \times 4$ мм длиной 2—3 м, вертикально забитых в землю в ряд на расстоянии друг от друга, в 3—6 раз большем, чем длина стержня.

Для глубинного заземлителя часто достаточно одного стержня.

Для повторных заземлений нулевого провода следует широко использовать естественные заземлители, в частности водопровод (но не трубопроводы автопоилок).

Металлические опоры и арматура железобетонных опор на линиях 380/220 в должны быть соединены с нулевым заземленным проводом. На линиях напряжением 35 кВ, а также в населенных местностях на линиях 3—20 кВ железобетонные опоры заземляют, причем сопротивления заземляющих устройств, измеренные летом, должны быть следующими:

$r_z \leq 10$ ом в грунтах с $\rho \leq 100$ ом·м (суглинок, глина, торф);

$r_z \leq 15$ ом при $100 < \rho \leq 500$ ом·м (суглинок, чернозем);

$r_z \leq 20$ ом при $500 < \rho \leq 1000$ ом·м (песок);

$r_z \leq 30$ ом при $\rho > 1000$ ом·м (каменистые почвы, горные породы).

На воздушных линиях с большим током замыкания на землю сопротивление заземляющего устройства для оборудования, установленного на опорах (разъединители, предохранители), может быть таким же, как для опор (а не 0,5 ом, как на подстанциях).

При больших удельных сопротивлениях грунта для экономии затрат на заземлители иногда заменяют грунт в непосредственной близости от заземлителя (диаметром до 0,5—1 м) грунтом с более хорошей проводимостью (например, смесью шлака с солью), поскольку на ближайшие к заземлителю слои грунта приходится большая доля сопротивления растеканию тока от электрода. Обработанный солью заземлитель в сухое время года поливают водой.

Заземляющее устройство состоит из заземлителя и заземляющих проводников, связывающих с заземлителем оборудование. К оборудованию заземляющие проводники присоединяют сваркой или болтами, а к заземлителю — сваркой. Но к трубопроводам, используемым в качестве протяженного заземлителя, заземляющие проводники можно присоединять хомутами, если сварка невозможна, причем контактная поверхность хомута должна быть облужена, а труба в месте наложения хомута зачищена.

Отдельные заземляемые корпуса или другие детали оборудования присоединяют не непосредственно к заземлителю, а к магистральному заземляющему проводнику, причем в помещениях с большим количеством электродвигателей и другого электрооборудования целесообразно закольцовывать магистрали заземления и делать не менее

двух соединений в противоположных точках этого контура с контуром заземления.

Если оборудование установлено на металлической конструкции и имеет хороший электрический контакт с ней, то присоединять к заземляющей магистрали корпуса каждого аппарата в отдельности не требуется, достаточно заземлить эту металлическую конструкцию. Заземляемые нейтрали трансформаторов или генераторов нужно присоединять к сборным заземляющим шинам отдельными проводниками.

Заземляемые корпуса нельзя включать последовательно в рассечку заземляющего проводника.

В качестве заземляющих проводников рекомендуется использовать стальные проводники. По соображениям механической прочности они должны иметь в здании диаметр не менее 5 мм или сечение не менее 24 мм² при минимальной толщине 3 мм, а в наружных установках или в земле диаметр не менее 6 мм или сечение 48 мм² при минимальной толщине 4 мм. Можно применять также угловую сталь с минимальной толщиной полки 2 мм (в здании) и 4 мм (в земле) или стальные трубы с минимальной толщиной стенок 2,5 и 3,5 мм. Допускается применять медные или алюминиевые проводники (с минимальным сечением соответственно 1 и 1,5 мм², если это заземляющие жилы кабелей или многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами).

В сетях напряжением до 1000 в с заземленной нейтралью нельзя использовать нулевой провод однофазного ответвления к отдельному токоприемнику, например к светильнику, в качестве заземляющего (зануляющего) проводника для корпуса этого токоприемника. Надо соединить корпус с нулевым проводом магистрали отдельным проводником, чтобы избежать поражения людей в случае обрыва нулевого провода на ответвлении к токоприемнику.

В установках 380/220 в с глухозаземленной нейтралью сечения и марки фазовых, нулевого и заземляющего (зануляющего) проводников должны быть такими, чтобы при однофазном металлическом коротком замыкании в любой точке сети возникал ток к. з., превышающий не меньше чем в 3 раза номинальный ток ближайшей плавкой вставки или в 1,25 раза ток отключения максимального расцепи-

теля соответствующего автоматического выключателя. Тогда будет уверенность, что при повреждении изоляции любого электроприемника он будет достаточно быстро отключен. Для проверки этого при проектировании ток к. з. можно подсчитать по упрощенной формуле:

$$I_K = \frac{U_\phi}{z_\Pi + z_T},$$

где U_ϕ — фазное напряжение сети;

z_Π — полное сопротивление петли фазный — нулевой провод до наиболее удаленной точки линии:

$$z_\Pi = \sqrt{r_\Pi^2 + x_\Pi^2}.$$

При проводах из цветных металлов $x_\Pi = 0,6 \left(\frac{\text{ом}}{\text{км}} \right) \cdot l$, где l — длина линии (км). Так же определяется внешнее реактивное сопротивление ($x_{вн}$) при стальных проводах. Внутреннее реактивное (x) и активное (r_Π) сопротивления стальных проводов определяются по таблицам справочника при токах, равных трехкратному номинальному току плавкой вставки или полуторакратному току отключения максимального расцепителя автомата, установленных в начале линии, при длине $2l$, если фазовый и нулевой провода одинаковы. Полное реактивное сопротивление стальных проводов определяется как $x_{вн} + x$.

z_T — сопротивление трансформатора в омах, которое учитывается только при проводах из цветных металлов, при схеме трансформатора Υ/∞ —12 и при его мощности не более 560 кВа (табл. 4).

Таблица 4

Сопротивления трансформаторов

| Мощность трансформатора (кВа) | 20 | 30 | 50 | 100 | 180 | 320 | 560 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| z_T (ом) | 0,97 | 0,72 | 0,51 | 0,17 | 0,12 | 0,08 | 0,05 |

Кроме расчетной проверки, выполнение указанного условия должно проверяться испытаниями или измерениями до пуска установки в эксплуатацию, а также

периодически в процессе ее эксплуатации. Методика таких измерений изложена в следующем параграфе.

Согласно ПУЭ, можно и не проводить ни расчетной, ни экспериментальной проверки, если в сети, защищенной только от токов к. з. (а не от перегрузки) по отношению к длительно допустимым токам проводов, номинальный ток плавких вставок, которые защищают соответствующий участок, не более чем в 3 раза выше, или номинальный ток расцепителя автомата с зависимой время-токовой характеристикой не более чем в 1,5 раза выше, или ток срабатывания автомата с одними мгновенными расцепителями не более чем в 4,5 раза выше.

Однако в сельских сетях, даже когда эти условия имеются, не следует отказываться от проверки, так как этот отказ основан на предположении, что в любой низковольтной сети ток однофазного к. з. в любой точке больше длительно допустимого тока проводов не менее чем в $3 \cdot 3 = 9$ раз или в $4,5 \cdot 1,25 = 5,5$ раза. На деле в сельских воздушных сетях возможны и меньшие кратности тока к. з., особенно при питании от маломощных электростанций.

Кроме специальных заземляющих проводников, дополнительно или вместо них следует, когда возможно, применять фермы, колонны и другие металлические конструкции зданий, каркасы распределительных устройств, подкрановые пути, шахты лифтов и элеваторов, все металлические оболочки любых кабелей (но не проводов с металлическими оболочками), а также трубы электропроводок и любых трубопроводов, кроме содержащих горючие или взрывоопасные смеси, а также трубопроводов к автопоилкам. Независимо от степени использования этих проводников в качестве заземляющих, все они, кроме трубопроводов к автопоилкам, а также все металлические оболочки проводов должны быть надежно соединены с заземляющим устройством во всех помещениях, где применяют заземление; места соединений отдельных частей этих конструкций должны иметь хороший электрический контакт. Например, в трубопроводах муфты должны выполняться с суриком, а задвижки, водомеры и другие места возможного разъединения трубопровода при ремонте должны иметь обходные электрические соединения.

Открыто проложенные заземляющие проводники рекомендуется окрашивать в черный цвет. Допускается

окраска их и под цвет стен помещения, но тогда в местах присоединений и ответвлений проводники должны иметь две черные полосы на расстоянии 150 мм друг от друга.

8. Проверка защитных заземлений

Заземляющие устройства на сельских электростанциях, подстанциях и на линиях электропередачи высокого напряжения необходимо проверять не реже одного раза в 10 лет (Л-10). При этом выборочно откапывают и осматривают места сварных соединений заземляющих шин или проводов с подземным контуром заземления, а также измеряют сопротивление заземления. Сопротивление заземлений при искусственной обработке земли солью или в сетях с использованием земли в качестве провода измеряют раз в 3 года. В воздушных сетях напряжением 380 в и ниже сопротивление заземлений измеряют раз в 5 лет. При эксплуатации электроустановок в РТС, МРЗ и совхозах сопротивление заземлений проверяют раз в 2 года (Л-1). Внешнее состояние заземляющей проводки осматривают раз в 6 месяцев, а в сырых помещениях — раз в 3 месяца.

Сопротивление заземления состоит из двух слагаемых, которые измеряют отдельно, причем главную роль играет сопротивление растеканию тока в земле от заземлителя. Второе слагаемое — сопротивление заземляющих проводников от заземленного корпуса до заземлителя — мало, но позволяет судить о целостности этих проводников, о качестве контактов между отдельными их частями и между этими проводниками и заземленным корпусом.

Сопротивление заземляющих устройств растеканию тока в настоящее время измеряют специальным испытателем заземлений, а если он отсутствует, то амперметром и вольтметром.

Рассмотрим сначала второй способ. Измерения целесообразно проводить на переменном токе, что устраняет погрешности из-за явлений поляризации и электролиза в почве и из-за влияния блуждающих в земле постоянных токов от электрифицированных железных дорог. Источником тока служит трансформатор, позволяющий получить на вторичной стороне напряжение не более 230 в.

Способ состоит в том, что через проверяемое заземляющее устройство и вспомогательный заземлитель создается ток, составляющий не менее 20% расчетного, который

может протекать через проверяемое заземляющее устройство во время его эксплуатации. На сопротивлении растеканию тока от заземлителя получится падение напряжения, которое измеряется вольтметром, включенным между проверяемым заземляющим устройством и третьим вспомогательным заземлителем, называемым зондом. Зонд представляет собой стальной стержень диаметром не менее 0,5 см, воткнутый в землю на глубину не менее 0,5 м на таком удалении от проверяемого устройства и от вспомо-

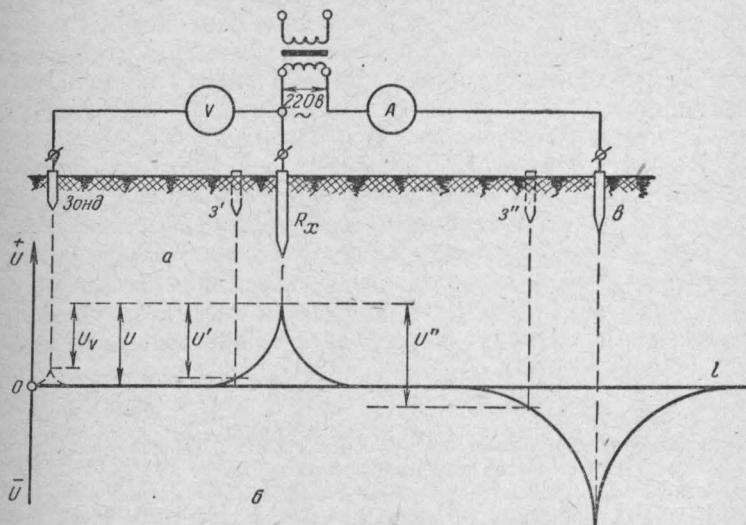


Рис. 23. Измерение сопротивления заземляющего устройства растеканию тока в земле методом амперметра и вольтметра:

а — схема электрических соединений; б — диаграмма потенциалов.

гательного электрода, чтобы зонд оказался в зоне, где потенциал может считаться нулевым (рис. 23). Зонд и вспомогательный заземлитель могут располагаться и с противоположных сторон от проверяемого заземляющего устройства, и с одной стороны (зонд в середине или сбоку).

Отношение показаний вольтметра и амперметра представляет собой искомую величину сопротивления растеканию тока для проверяемого заземляющего устройства:

$$R_x = \frac{U}{I}.$$

На рисунке 23, б схематично представлено распределение потенциала в земле между проверяемым и вспомогательным заземлителями для одной полуволны переменного тока. Видно, что в случае чрезмерно близкого расположения зонда к проверяемому или к вспомогательному заземлителям (пунктирные положения $з'$ и $з''$) показание вольтметра, а значит, и найденная величина сопротивления будут иметь большую погрешность. Расстояние между вспомогательным заземлителем и проверяемым заземляющим устройством также не должно быть меньше определенной величины во избежание ошибок из-за искажения их полей в земле от взаимного влияния. В таблице 5 указаны экспериментально установленные наименьшие расстояния, которые необходимо соблюдать при измерениях, чтобы погрешность не превышала 10%.

Если для измерений применяют вольтметр со сравнительно небольшим внутренним сопротивлением (не ламповый, а электромагнитный или электродинамический), то надо учитывать, что показания вольтметра U_V будут занижены из-за появления на зонде некоторого потенциала того же знака, что и на проверяемом заземлителе, из-за тока через вольтметр, стекающего с зонда.

Т а б л и ц а 5

Наименьшие расстояния между заземлителями, обеспечивающие погрешность при измерениях не более 10%

| Конструкция заземлителей | | Наименьшие расстояния в метрах между заземлителями | | |
|--|---------------------------------|--|----------------------|--------------------------|
| проверяемого | вспомогательного | проверяемым и вспомогательным | проверяемым и зондом | вспомогательным и зондом |
| Одиночный вертикальный стержень или спираль | Одиночный вертикальный стержень | 40 | 20 | 20 |
| Сложный контурный из стержней и связывающей их полосы с наибольшей диагональю контура D метров | Одиночный | 5Д (но не менее 40 м) | 5Д | 20 |

Истинный потенциал на проверяемом заземлителе может быть иногда раза в два больше измеренного и подсчитывается по формуле:

$$U = U_V \frac{R_V + R_z}{R_V},$$

где U_V и R_V — показание и внутреннее сопротивление вольтметра;

R_z — сопротивление растеканию зонда, которое определяют по формуле:

$$R_z = \frac{R_V \frac{U'_V}{I'}}{R_V - \left(\frac{U_V}{I} + \frac{U'_V}{I'} \right)}.$$

Здесь U_V и I — показания вольтметра и амперметра в схеме (рис. 23);

U'_V и I' — показания вольтметра и амперметра в схеме, когда вольтметр по-прежнему включен между проверяемым заземлителем и зондом, а ток пропускается между вспомогательным заземлителем и зондом вместо проверяемого заземлителя.

Разновидностью метода вольтметра и амперметра является «метод трех земель». Он состоит в том, что пропускают ток попарно между проверяемым заземлителем и каждым из двух вспомогательных, а затем между вспомогательными заземлителями, измеряя при этом токи и напряжения между электродами. Отношение напряжения к току каждый раз равно сумме сопротивлений растеканию соответствующей пары заземлителей. Решение получаемой системы уравнений дает искомую величину сопротивления растеканию проверяемого заземлителя:

$$R_x = 0,5 \left(\frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} - \frac{U_3}{I_3} \right),$$

где U_1 и I_1 — напряжение и ток, измеряемые при протекании тока между испытуемым и первым вспомогательным электродом;

U_2 и I_2 — то же, но между испытуемым и вторым вспомогательным электродом;

U_3 и I_3 — то же, но между вспомогательными электродами.

При этом методе получается ошибка, иногда превышающая 10% из-за того, что искомое R_x обычно в

несколько раз меньше, чем R вспомогательных заземлителей. Но при этом методе можно без каких-либо поправок пользоваться вольтметрами с небольшим и неизвестным внутренним сопротивлением и несколько проще вычисления.

Специальные измерители заземлений, например типов МС-07, МС-08, измеряют сопротивление растеканию тока от заземлителя методом амперметра и вольтметра, но дают показания непосредственно в омах, так как в них применяется логометр, к катушкам которого подводятся напряжение и ток, а отклонения стрелки пропорциональны их отношению (рис. 24).

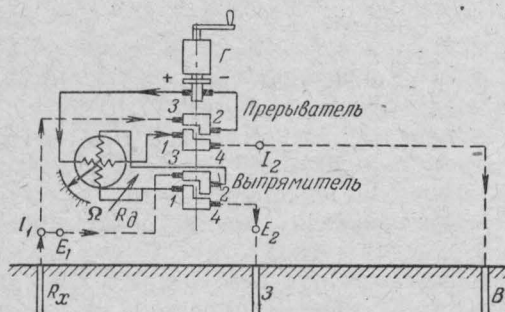


Рис. 24. Принципиальная схема измерителя заземлений:

Γ — генератор постоянного тока.

Так как логометр работает только на постоянном токе, а через заземлители желательно пропускать переменный ток, в указанных приборах применяется механический прерыватель постоянного тока, прошедшего через логометр, который превращает ток в переменный перед подачей на проверяемый и вспомогательный заземлители, а также механический выпрямитель переменного напряжения между проверяемым заземлителем и зондом перед подачей его на логометр.

Прибор имеет четыре зажима: зажимы I_1 и E_1 присоединяют общим проводом к проверяемому заземляющему устройству, но при величине измеряемого сопротивления меньше 1 ом для исключения влияния падения напряжения в этом проводе на показания прибора можно применять и отдельные провода. Зажим I_2 присоединяют

к вспомогательному заземлителю, а зажим E_2 к зонду. Блуждающие постоянные токи преобразуются коммутатором в переменные и не влияют на показания логометра. Блуждающие переменные токи также не оказывают влияния на точность измерения благодаря коммутатору, за исключением случая, когда скорость вращения рукоятки генератора приблизительно соответствует частоте блуждающих токов. Тогда достаточно изменить скорость вращения рукоятки в ту или иную сторону, добиваясь отсутствия колебаний стрелки, но не выходя из пределов: 1,5—2,5 об/сек (90—150 об/мин).

Для исключения погрешности от тока через зонд при различных сопротивлениях его цепи прибор отградуирован при определенной величине сопротивления этой цепи, большей, чем сопротивление, которое обычно бывает у цепи зонда. Перед измерением после подключения к прибору всех трех заземлителей переключатель, имеющийся в приборе, ставят в положение «Регулировка»; при этом вспомогательный заземлитель оказывается отключенным, а ток пропускается через зонд. Затем рукоятку вращают с нормальной скоростью и, изменяя добавочное сопротивление R_d в цепи зонда, добиваются установления стрелки на красной отметке шкалы.

Нельзя вращать рукоятку прибора при положении переключателя «Регулировка», если прибор не подключен к зонду и проверяемому заземлителю. Это может повредить прибор.

После окончания регулировки устанавливают переключатель в положение «Измерение $\times 1$ », то есть пользуются пределом 0—1000 ом. Если отклонение стрелки мало, переходят на предел 0—100 или 0—10 ом.

При измерении сопротивления растеканию тока в земле присоединять провода к заземлителю целесообразно на ближайшем к нему участке заземляющей магистрали, доступном для присоединения. Тогда одновременно проверяется целостность контакта между заземляющей магистралью и заземлителем.

Сопротивление заземляющих проводников можно измерять до этой точки магистрали или, если это потребовало бы чрезмерно длинных проводов для подключения прибора, до той части заземляющей магистрали, которая лежит ближе всего к заземленным корпусам оборудования, а контакты в самой магистрали могут быть проверены

отдельным измерением или осмотром и простукиванием мест сварки.

Удобнее всего использовать специально предназначенный для таких проверок прибор типа МЗ13 (рис. 25). К прибору прилагаются два гибких проводника. На конце одного из них имеется струбцинка для присоединения к заземляющей магистрали, а на конце другого — щуп с изолированной рукояткой. Касаясь этим щупом частей оборудования, нормально не находящихся под напряжением, можно определить,

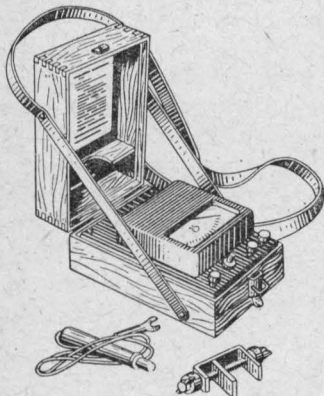


Рис. 25. Прибор МЗ13 для измерения сопротивления заземляющей проводки.

появилось ли на них напряжение относительно заземляющей магистрали. При напряжении 40—60 в стрелка отклоняется от нуля на 5—7 мм, а при большем напряжении (до 380 в) — до 80 % шкалы. Нажав кнопку на приборе, переключают его с работы в качестве вольтметра на работу омметром. Это позволяет определить сопротивление заземляющих проводников между заземляющей магистралью и корпусом, которого касается щуп. Обычно оно не превосходит нескольких сотых до-

лей ома. Если оно у какого-то аппарата значительно увеличилось по сравнению с измеренным при последних испытаниях или сильно отличается от сопротивления проводки у других аппаратов, надо тщательно проверить качество переходных контактов цепи, особенно в месте присоединения заземляющей проводки к корпусу данного аппарата.

Для измерений можно использовать также мосты типов ММВ и УМВ и измерители заземлений МС-07 и МС-08, у которых одно деление шкалы при положении переключателя «Измерение $\times 0,01$ » соответствует 0,02 ом. Для таких измерений зажимы I_1 и E_1 при снятой перемычке присоединяют отдельными короткими проводами к заземляющей магистрали, а I_2 и E_2 отдельными длинными проводами к щупу. Перед началом измерений нужно коснуться

щупом того места магистрали, где присоединены провода от зажимов I_1 и E_1 , и поставить стрелку на нуль шкалы регулировочным потенциометром. Это исключает из показаний сопротивление соединительных проводов. Отнять щуп от корпуса проверяемого оборудования можно только после полной остановки вращения генератора во избежание повреждения прибора. Чтобы этого не произошло при плохом контакте щупа с корпусом, в начале измерения вращение ускоряют постепенно, прекращая его, если стрелка резко отклоняется в сторону больших значений сопротивления.

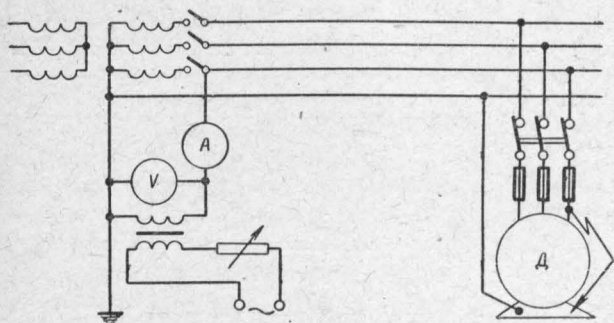


Рис. 26. Схема измерения сопротивления петли фаза — нуль по способу амперметра и вольтметра.

В сетях напряжением 380/220 в заземление можно проверять измерением суммы полных сопротивлений петли, состоящей из фазового провода, фазы питающего трансформатора, нулевого провода заземляющего проводника со стороны защищаемого объекта. Иногда можно не учитывать сопротивление фазы трансформатора (при протяженных линиях, в особенности со стальными проводами или при коротких линиях, но при большой мощности трансформатора: 320 ква и выше). Кроме того, можно отдельно определить сопротивление фазы трансформатора из таблицы 4. Поэтому можно измерить сопротивление петли фаза — нуль со стороны питающего трансформатора по методу амперметра и вольтметра при отключенном от трансформатора фазовом проводе, закороченном на другом конце на корпус, заземление которого проверяют (рис. 26).

Питание петли при измерении осуществляется пониженным напряжением переменного тока, например от сварочного или котельного трансформатора. Это напряжение и ток в цепи измерения можно регулировать реостатом, включенным последовательно с первичной обмоткой котельного трансформатора.

Если неизвестно сопротивление фазы силового трансформатора и его нужно учитывать при измерении, то можно пользоваться методом треста Ювэнергочермета, который приближенно учитывает наличие индуктивности в петле фазы — нуль. Метод состоит в том, что собирают схему по рисунку 27, затем при включенном рубиль-

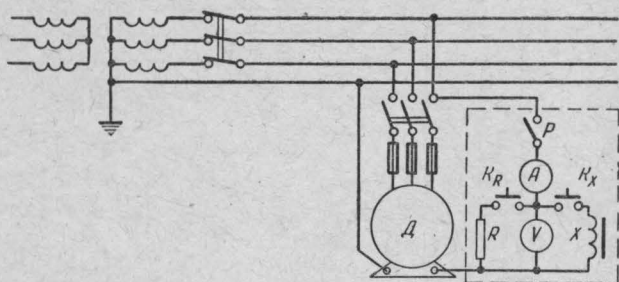


Рис. 27. Схема измерения сопротивления петли фазы — нуль по способу Ювэнергочермета.

нике P , не нажимая кнопок K_R и K_X , записывают показание вольтметра, которое равно фазовому напряжению при отсутствии нагрузок в сети или большой утечки через изоляцию петли. Кнопкой K_R включают активное сопротивление R и записывают показание вольтметра, которое уменьшится, и показание амперметра. Сопротивление R (как и x) должно быть несоизмеримо больше полного сопротивления петли. Тогда можно приближенно считать ток в петле I_R чисто активным, а арифметическую разность между напряжениями до и после нажатия кнопки K_R считать падением напряжения в активном сопротивлении петли ΔU_R . Это сопротивление определяется по формуле:

$$\Sigma r = \frac{\Delta U_R}{I_R} \text{ ом.}$$

Если нажать кнопку K_x вместо K_R , то аналогично можно определить индуктивное сопротивление петли:

$$\Sigma x = \frac{\Delta U_x}{I_x} \text{ ом}$$

и полное сопротивление петли с учетом сопротивления трансформатора:

$$z = \sqrt{(\Sigma r)^2 + (\Sigma x)^2}.$$

Зная сопротивление петли, легко подсчитать однофазный ток к. з.

В СССР разработаны также специальные приборы (Л-13), позволяющие измерять сопротивление петли фаза — нуль без каких-либо вычислений и без отключения нагрузки в проверяемой сети (метод Тер-Оганесяна). Однако в сельских электроустановках эти приборы еще не получили распространения.

Все три указанных метода имеют тот недостаток, что используют обычно ток, значительно меньший, чем ток однофазного к. з., так как приходится пользоваться пониженным напряжением или вводить в цепь дополнительные сопротивления. Между тем сопротивление цепи зависит от тока, особенно при стальных проводах. Поэтому, если измеренное сопротивление превышает необходимое для выполнения требований ПУЭ, то проводят испытание, устраивая металлическое короткое замыкание одной фазы на корпус удаленного токоприемника, присоединенного к нулевому проводу, при полном напряжении. Короткое замыкание делают с помощью аппарата в закрытом кожухе. Срабатывание защиты проверяемой сети показывает, что устройство может быть признано удовлетворительным.

9. Защитное отключение и другие защитные мероприятия

Защитное отключение предусматривает практически мгновенное отключение оборудования от сети при повреждении в нем изоляции. На рисунке 28 приведена схема, разработанная Московским институтом охраны труда. Ток с корпуса двигателя, на который замкнулась одна из фаз, проходит к другим фазам через катушку реле 1,

которое размыкает свои контакты в цепи катушки 2 магнитного пускателя. Для проверки исправности элементов схемы предусмотрена кнопка 3. Возможность повреждения элементов схемы (контактов, выпрямителей, катушки реле) является недостатком защитного отключения, из-за которого оно не приобрело в СССР столь широкого распространения, как защитное заземление.

Важным защитным мероприятием является выравнивание потенциалов, которое применяют, например, при

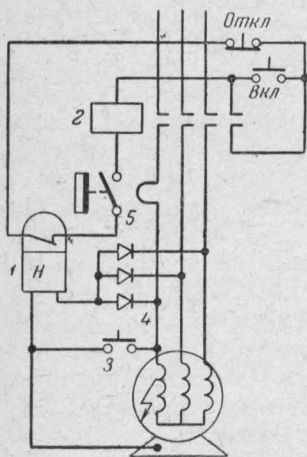


Рис. 28. Схема защитного отключения, разработанная МИОТ:

1 — реле; 2 — катушка магнитного пускателя; 3 — кнопка контроля; 4 — селеновые выпрямители; 5 — тепловое реле магнитного пускателя.

ремонте воздушных высоковольтных сетей с изоляционными вышек. Поднявшись на вышку, человек соединяет изолированную от земли металлическую площадку, на которой стоит, с проводом линии специальным проводником. После этого он может касаться провода голыми руками.

Выравнивание потенциалов целесообразно делать и между водопроводными и канализационными трубами в жилом доме. Если между ними не будет электрического соединения, то человек, находящийся в ванне с водой и касающийся водопроводного крана, может оказаться под напряжением, когда оно появится на водопроводной трубе или на канализационной, которая связана с ванной через сливную трубу.

Это может произойти, например, при использовании трубопровода в качестве естественного заземлителя, когда через него протекает ток.

Кроме перехода напряжения на металлические части установки, нормально не находящиеся под напряжением, бывает, что на провода переходит напряжение от сетей с более высоким номинальным напряжением, например при падении проводов линии высокого напряжения на провода линий 380/220 в или при пробое изоляции между обмотками трансформаторов. Для уменьшения опасности

таких случаев применяют заземление вторичных обмоток измерительных и силовых понижающих трансформаторов в одной точке (обычно в нейтрали). Электрическое соединение фазы сети более высокого напряжения с заземленной сетью более низкого напряжения приводит к появлению однофазного замыкания на землю. Поврежденный участок сети высокого напряжения раньше или позже отключается. До этого момента заземление снижает напряжение вторичной цепи относительно земли.

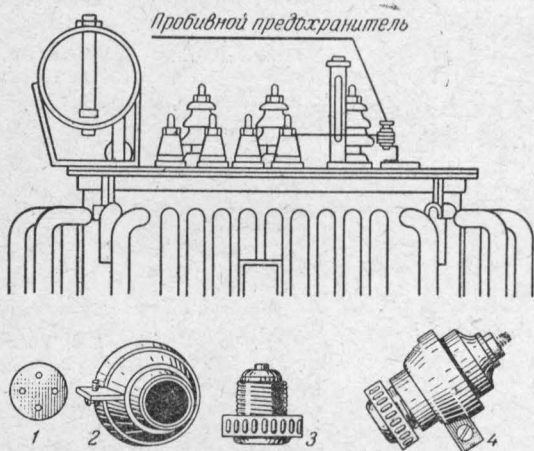


Рис. 29. Пробивной предохранитель:

1 — слюдяная пластинка; 2 — патрон; 3 — пробка;
4 — предохранитель в собранном виде.

На торфоразработках и в шахтах применяют сети напряжением до 1000 в с незаземленной нейтралью. В таких сетях, а также в сельских сетях напряжением 220 в и ниже, если они питаются от трансформатора со схемой Υ/Δ , на случай перехода на провода этой сети более высокого напряжения между ваземленным корпусом трансформатора и любым из выводов вторичной обмотки включают пробивной предохранитель (рис. 29). Внутри фарфоровой пробки предохранителя между ее резьбой и «острием» включена зажата среди двух металлических дисков тонкая слюдяная пластинка с отверстиями. При появлении напряжения около 500 в происходит пробой воздуха в отверстиях пластинки, и сеть оказывается заземленной.

10. Защитные средства

Для защиты людей, обслуживающих электроустановки, от поражения током, от ожогов или других опасностей применяют специальные защитные средства: изолирующие средства, указатели напряжения, переносные защитные заземления, переносные ограждения, плакаты безопасности, очки, противогазы и пр.

Изолирующие защитные средства по степени надежности делятся на **основные** и **дополнительные**, причем основными нельзя пользоваться без тех или иных дополнительных. Основными считаются те защитные средства,

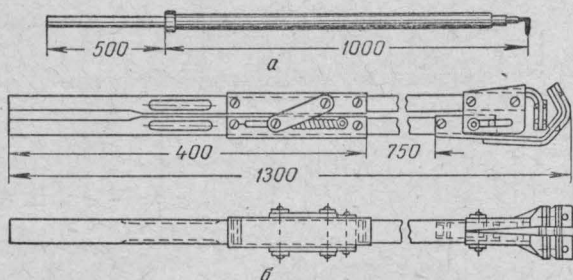


Рис. 30. Изолирующая штанга (а) и клещи (б) для установки предохранителей.

изоляция которых выдерживает рабочее напряжение установки. Поэтому они допускают непосредственное прикосновение ими к токоведущим частям под напряжением. Дополнительные изолирующие защитные средства служат только дополнительной гарантией на случай повреждения основных средств или при появлении напряжения на частях установки, нормально не находящихся под напряжением, для уменьшения опасного действия напряжения прикосновения или шагового напряжения.

Основными изолирующими защитными средствами во всех установках являются рассчитанные на соответствующее напряжение штанги для операций под напряжением и для измерений, а также изолирующие клещи для установки и снятия предохранителей (рис. 30 и 34), изолирующие лестницы и некоторые другие приспособления для ремонта линий под напряжением.

Дополнительными изолирующими защитными средствами при всех напряжениях являются изолирующие подставки и диэлектрические резиновые коврики, диэлектрические боты и галоши.

В установках напряжением ниже 1000 в к основным изолирующим защитным средствам относятся еще и диэлектрические перчатки, а также монтерский инструмент с изолирующими ручками. В установках напряжением выше 1000 в перчатки являются лишь дополнительным средством.

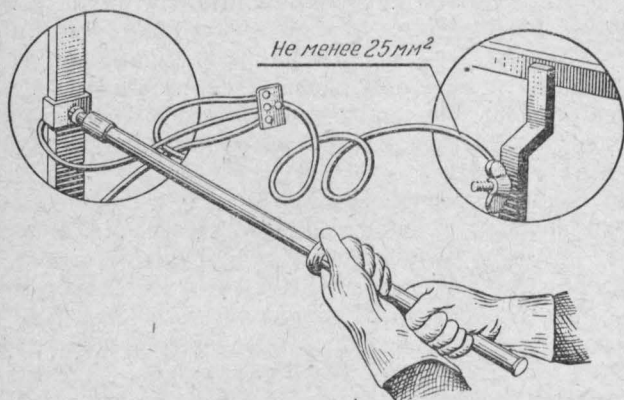


Рис. 31. Наложение временного переносного заземления на токоведущие части с помощью штанги.

Изолирующие защитные средства, а также указатели напряжения при приемке в эксплуатацию независимо от заводских испытаний испытывают повышенным напряжением, а затем периодически в следующие сроки: диэлектрические перчатки и изолирующие средства для ремонтов под напряжением (кроме резиновых колпаков) раз в 6 месяцев; резиновые колпаки и диэлектрические боты раз в 3 года; диэлектрические галоши, указатели напряжения и инструмент с изолирующими ручками раз в год; измерительные штанги в сезон измерений раз в 3 месяца, но не реже одного раза в год; другие изолирующие штанги и изолирующие клещи раз в 2 года. Изолирующие подставки в эксплуатации испытывают лишь после ремонта (проверяют изоляторы), а диэлектрические коврики и дорожки только осматривают раз в год. Защитные

средства, подвергающиеся испытаниям, также необходимо осматривать по прошествии половины срока годности до новых испытаний, а резиновые перчатки и инструмент с изолирующими ручками — перед каждым употреблением.

При электрическом испытании изолирующих штанг и клещей присоединяют один электрод к рабочей части, а другой — к границе захвата рукой, выше упора, где для испытаний создается металлический контакт (проволочное кольцо). Испытательное напряжение держат 5 мин. При этом следят за состоянием штанги. Если замечены разряды, перекрытие, пробой (последний — по показаниям вольтметра и амперметра) или обнаружен местный нагрев штанги при ощупывании ее рукой сразу после снижения испытательного напряжения, отключения и заземления испытательного трансформатора, то штангу бракуют.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши для испытания погружают в сосуд с обычной (не дистиллированной) водой, которую заливают и внутрь них. Уровень воды снаружи и внутри должен быть на 5 см (для галош на 2 см) ниже краев, которые должны быть сухими. Один электрод опускают в сосуд вне испытуемого изделия, а другой электрод — внутрь изделия (рис. 32). Миллиамперметр, связанный с одним из электродов, показывает ток через изделие. Продолжительность испытания — 1 мин. Изделие бракуют в случае резких колебаний этого тока или превышения допустимой величины тока, например 6 ма у перчатки для установок напряжением более 1000 в, бывшей в эксплуатации.

Испытательное напряжение различно для разных изделий. Например, для перчаток, бывших в эксплуатации в установках с напряжением более 1000 в, оно равно 6 кв, для перчаток на напряжение до 1000 в — 2,5 кв, для изолирующих штанг на напряжения менее 110 кв — трехкратное линейное, но не менее 40 кв, а для штанг на 110 и 220 кв — трехкратное фазовое. Кроме электрических испытаний, ряд защитных средств испытывают и механически после изготовления.

Все изолирующие защитные средства, кроме инструмента с изолирующими ручками, должны иметь штамп с указанием срока следующих испытаний и наибольшего номинального напряжения установки, для которой годно

это защитное средство. Штамп должен быть выбит, нанесен прочной несмываемой краской или наклеен на изолирующей части около упорного кольца изолирующих средств или у края резиновых изделий. На защитных средствах, которые признаны негодными, штамп перечеркивают крест-накрест красной краской.

Перед использованием защитного средства необходимо убедиться, что срок годности его еще не истек и что оно не имеет явных признаков неисправности, например

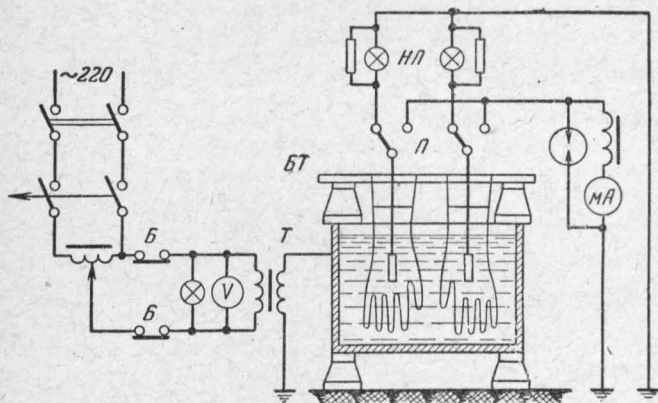


Рис. 32. Принципиальная схема испытания диэлектрических перчаток, бот и галош повышенным напряжением:

Т — повысительный трансформатор; Б — блок-контакты двери; БТ — бакелитовая трубка; НЛ — неоновая лампа; П — переключатель для измерения тока через испытуемое защитное средство.

продольных царапин на лаковом покрове бакелитовых деталей изоляционных или измерительных штанг и клещей более чем на 20% длины изолирующей части штанги. Чтобы быстро проверить, нет ли проколов в диэлектрической перчатке, ее скатывают в рулон, начиная с отверстия к пальцам. Надувшаяся при этом перчатка не пропускает воздух, если проколов нет.

В таблице 6 указаны рекомендуемые (Л-2) нормы комплектования защитными средствами распределительных устройств электростанций и подстанций при вводе их в эксплуатацию (без учета потребностей линейного персонала).

Нормы комплектования защитными средствами распределительных устройств электростанций и подстанций

| Защитное средство | Необходимое количество | | |
|---|--|--|-----------------------------|
| | в РУ напряжением $U_H \geq 1000$ в | | в РУ с $U_H < 1000$ в |
| | обслуживаемых местным дежурным персоналом | без дежурных (централизованное обслуживание) | |
| Изолирующая штанга | 1 шт. на каждое напряжение | 1 шт. на каждое напряжение | Нет |
| Указатель напряжения | То же | Нет | 1 шт. на каждое напряжение |
| Изолирующие клещи | 1 шт. на каждое напряжение, на которое есть предохранители | Нет | Нет |
| Диэлектрические перчатки | Не менее 2 пар | Нет | 2 пары |
| Диэлектрические боты (для открытых РУ) | 1 пара | 1 пара | Нет |
| Диэлектрические галоши | Нет | Нет | 2 пары |
| Диэлектрические коврики | Нет | Нет | 2 шт. |
| Переносные заземления (если нет стационарных заземляющих ножей) | Не менее двух на каждое напряжение | Не менее двух на каждое напряжение | Нет |
| Временные ограждения (щиты) | Не менее двух | Не менее двух | Нет |
| Предупредительные плакаты | Не менее четырех комплектов | Не менее четырех комплектов | Не менее четырех комплектов |
| Защитные очки | 2 пары | Нет | 1 пара |
| Противогаз | 2 шт. | Нет | 1 шт. |

Противогаз защищает персонал от удушения или отравления газами и дымом, которые образуются в закрытых распределительных устройствах при авариях, сопровождающихся расплавлением металла и горением изоляционных материалов. Рекомендуются шланговые или кислородные противогазы, а фильтрующие, если они не защищают от отравления окисью углерода, не допу-

скаются. Противогоазы нужно осматривать раз в 3 месяца для установления исправности клапанов и отсутствия внешних повреждений. Кроме того, противогоазы испытывают и перезаряжают в сроки и способами, которые определяются заводскими инструкциями.

Большинство перечисленных защитных средств являются индивидуальными. Переносные заземления и ограждения, плакаты, изолирующие подставки могут использоваться группами работников.

11. Защита людей, сельскохозяйственных животных и построек от атмосферного электричества

Как известно, во время грозы возможен удар молнии в предметы, одиноко возвышающиеся на ровном поле, находящиеся на возвышенности или расположенные на поверхности земли над зонами с грунтом, хорошо проводящим электрический ток. Место, пораженное молнией, может в последнем случае находиться и в ложине. Токи молнии могут достигать десятков тысяч ампер. Поэтому они индуктируют в расположенных поблизости предметах также большие токи и напряжения. Грозовые разряды могут поражать людей и животных, вызывать пожары, механические разрушения каменных и бетонных сооружений и деревянных столбов, повреждать изоляцию электроустановок.

Для защиты зданий и оборудования открытых распределительных устройств от прямых ударов молнии применяют молниеотводы стержневого или, реже, протяженного типа. Стержневые молниеотводы представляют собой стальные стержни сечением не менее 100 мм^2 , связанные с заземляющим устройством токоотводом из стальной катанки диаметром 6 мм и расположенные непосредственно на защищаемом сооружении или на отдельно стоящих поблизости от него мачтах или высоких деревьях. На рисунке 33 представлена зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой H . Она представляет собой двойной конус с образующей в виде ломаной линии. Если стержневых молниеотводов два, зона защиты между ними определяется по рисунку 34.

Согласно «Руководящим указаниям по защите зданий и сооружений» (Л-17), при защите стержневыми молниеотводами животноводческих построек следует располагать

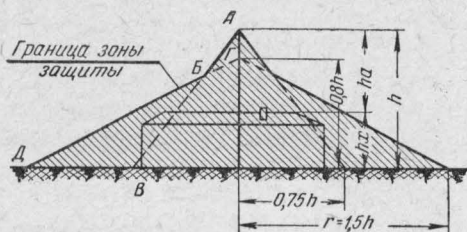


Рис. 33. Построение зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода.

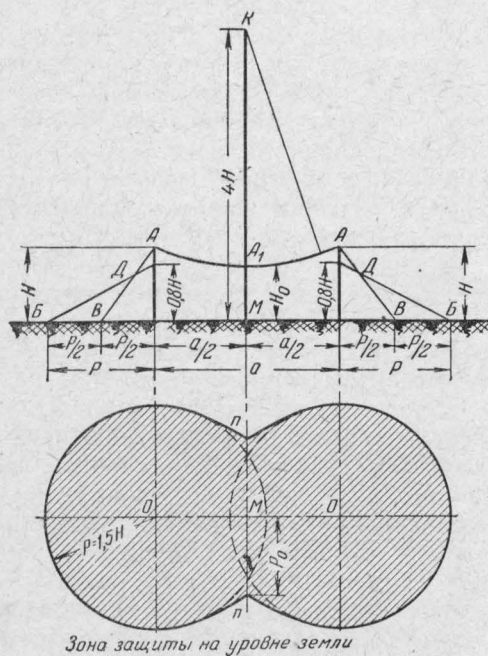


Рис. 34. Построение зоны защиты двух стержневых молниеотводов равной высоты.

мачты молниеотводов и заземлители на расстоянии не менее 4 м от стен здания, по возможности дальше от входов, чтобы животные не были поражены шаговым напряжением. Заземлители для этой же цели желательно огородить, чтобы животные не могли приблизиться к ним ближе чем на 3 м, и закапывать заземлители так, чтобы верхний конец был на глубине 1 м. Если стержневые молниеотводы располагают на крыше здания, то заземлители должны располагаться снаружи фундамента на расстоянии от него не менее 0,8 м. При этом под полом здания целесообразно проложить в земле на глубине 10—20 см выравнивающие потенциал параллельные полосы из стальной катанки диаметром 6 мм с расстоянием между ними около 1,5 м, соединив их между собой и с заземлителем молниеотвода полосой, проложенной по периметру здания. Если выравнивающих полос не будет, возможна гибель отдельных животных.

Сопротивление заземлений стержневых молниеотводов растеканию тока в земле должно быть не более 10 ом. Бесчердачные здания животноводческих ферм от прямых ударов молнии не защищают.

Жилой дом с неметаллической крышей можно защищать стержневым молниеотводом, расположенным непосредственно на крыше или, например, на дереве, стоящем на расстоянии 4—5 м от дома подальше от пешеходной дорожки. Если кровля из сгораемого материала, то токоотвод желательно прокладывать на расстоянии от нее не менее 15 см по металлическим штырькам или деревянным колышкам, закрепленным на обрешетке крыши. Сопротивление заземлителя должно быть не более 30 ом.

На жилых домах или производственных сельскохозяйственных зданиях с металлической крышей можно использовать вместо стержневого молниеотвода крышу, заземленную не менее чем в двух противоположных углах (подальше от дверей). При этом надо соединить с крышей металлический колпак печной трубы или, если его нет, специально наложенное на верхушку трубы проволоочное кольцо.

Кирпичные и железобетонные дымовые трубы тепловых электростанций защищают установленными на их вершинах стержневыми молниеотводами, а металлические трубы заземляют. Сопротивление заземления молниеотводов и труб должно быть не более 25 ом.

Протяженные молниеотводы (заземленные тросы) применяют для защиты от прямого удара молнии высоковольтных линий на металлических или железобетонных опорах, а также участков линий напряжением 35 кВ и более на деревянных опорах на подходе к электростанциям и подстанциям. Противогрозовая защита высоковольтных линий и электрооборудования подробно изучается в курсе «Электростанции и подстанции».

В низковольтных воздушных линиях грозазащита предназначена прежде всего для предотвращения поражения людей и животных. На опорах, от которых отходят вводы в дома, или непосредственно на вводе в дом присоединяют к заземлителю нулевой провод и крючья или штыри изоляторов всех проводов, в том числе радиотрансляции и телефона (рис. 35). Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 30 ом. Можно применять спиральные заземлители (Л-16). Во время грозовых перенапряжений изоляторы перекрываются по поверхности, а в дома проникают лишь перенапряжения, не способные вызывать перекрытия с проводки на другие предметы на большом расстоянии.

Большинство областей СССР относится к районам со средней грозовой активностью, где бывает от 10 до 40 грозовых часов в году. Меньше бывает в Мурманской и Архангельской областях, в районе Баку. Повышенная грозовая активность отмечается во многих южных горных районах, в частности на Кавказе (Л-18).

Допускается устраивать одно грозозащитное заземление на несколько опор с вводами. При этом защитные заземления обязательно делают на опо-

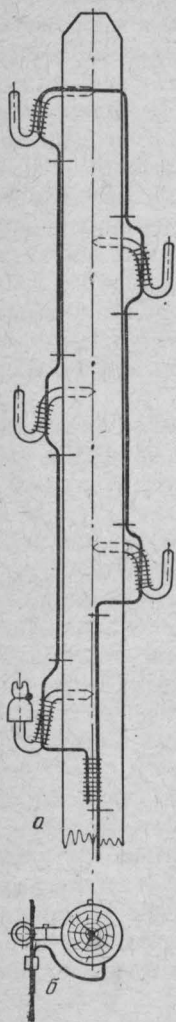


Рис. 35. Присоединение крючков (а) и нулевого провода (б) к заземляющему спуску.

рах, от которых отходят вводы в помещения с большим скоплением людей (школы, больницы, клубы, сельсоветы) или с большой хозяйственной ценностью (фермы, склады), а также на конечных опорах линий, имеющих вводы. В районах средней грозовой активности наибольшее расстояние такой конечной опоры от соседнего заземления должно быть не более 50 м, иначе следует снизить сопротивление заземления до 10 ом.

Если ввод в жилой дом сделан с опоры, не имеющей заземления, то между двумя соседними опорами с заземлениями, имеющими сопротивление по 30 ом, между которыми расположена данная опора, расстояние должно быть не более 200 м. Если расстояние между ними больше,

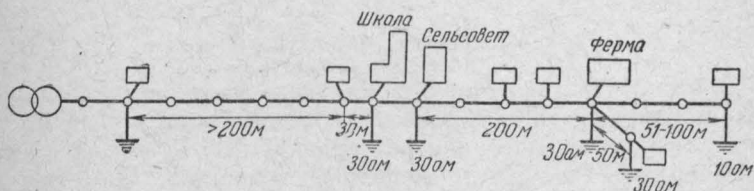


Рис. 36. Схема размещения грозозащитных заземлений в низковольтной воздушной сети.

то можно не делать заземления при расстоянии от данной опоры с вводом до ближайшей опоры с заземлением не более 30 м и при наличии заземления также и на следующей опоре в том же направлении (рис. 36). В районах повышенной грозовой активности также допускается одно заземление на несколько опор с вводами, но требования более жесткие (Л-19).

Если линия напряжением до 1000 в подвешена на общих опорах с линией напряжением свыше 1000 в, то на последней по концам участка совместной подвески устанавливают трубчатые грозозащитные разрядники или роговые искровые промежутки, а на линии до 1000 в нулевой провод присоединяют к заземляющим устройствам разрядников, которые должны иметь сопротивление не более 20 ом. Если от линии напряжением до 1000 в на участке совместной подвески есть ответвление длиной более 0,5 км, то повторное заземление нулевого провода необходимо сделать и на опоре с таким ответвлением.

Из сказанного выше ясно, что во время грозы опасно находиться около грозозащитных заземлителей, вблизи внутренней электропроводки или проводов радиотрансляции, на открытой местности, особенно на возвышенности, а также под одиночными деревьями и вблизи воздушных электрических линий.

Застигнутым грозой в поле рекомендуется укрываться на склонах холмов, особенно каменистых, или просто присесть на корточках.

Целесообразно закрывать перед грозой окна, двери, печные задвижки и вьюшки во избежание проникновения в помещение шаровой молнии.

12. Лабораторно-практические занятия

Работа 1. Пример расчета заземления

Рассчитать защитное заземляющее устройство аналогично рассмотренному ниже примеру для других условий, например для подстанции напряжением 35/10 кВ.

Пример. Рассчитать защитное заземление для подстанции 110/10 кВ. Ток однофазного замыкания на стороне 10 кВ равен 7,5 А. Имеются кабели в сети освещения территории подстанции с сечением жил 16 мм² и длиной подземной части 150 м. Удельное сопротивление грунта с учетом коэффициента сезонных колебаний для стержней $\rho_c = 75 \text{ ом} \cdot \text{м}$, а для соединительных полосы кабелей, проложенных на глубине 0,7 м, $\rho_n = 150 \text{ ом} \cdot \text{м}$.

Заземляющее устройство должно быть общим для сетей различных напряжений, в том числе для сетей собственного расхода подстанции напряжением 380/220 В. Сопротивление общего заземляющего устройства должно отвечать наиболее жестким условиям, предъявляемым к заземляющим устройствам каждого напряжения, если бы они сооружались отдельными. Для сетей 10 кВ (с малым током замыкания на землю) заземление, общее с заземлением сети напряжением до 1000 В, должно отвечать условиям:

$$r_z \leq \frac{125}{I_z} = \frac{125}{7,5} = 16,7 \text{ ом}$$

и

$$r_z \leq 4 \text{ ом},$$

то есть r_z могло бы быть принято равным 4 ом. Но для

сетей 110 кВ (с большим током замыкания на землю) необходимо $r_z \leq 0,5 \text{ ом}$. Очевидно, в нашем случае сопротивление общего заземляющего устройства должно быть не более 0,5 ом.

В качестве естественных заземлителей можно использовать металлические оболочки кабелей освещения (напряжение кабелей — до 1 кВ).

По рисунку 21 определяем $R_{K_0} = 1,9 \text{ ом}$. Умножая эту величину на коэффициент учета номинального напряжения кабеля 1,28 и на коэффициент γ , учитывающий, что для заданных условий $\rho = 150 \text{ ом} \cdot \text{м}$ (по рис. 22, $\gamma = 1,25$), получим: $R_{K_1} = r_{e.z} = 3,04 \text{ ом}$.

Сопротивление, которое должно иметь искусственное заземляющее устройство:

$$r_{и.з} \leq \frac{r_z r_{e.z}}{r_{e.z} - r_z} = \frac{0,5 \cdot 3,04}{3,04 - 0,5} = 0,6 \text{ ом}.$$

Если бы $r_{и.з}$ получилось больше 1 в.м, следовало бы принять 1 ом.

Для установок с большим током замыкания на землю искусственное заземление должно быть выполнено в виде замкнутого контура. Полагаем, что контур будет образован стержнями из угловой стали с шириной полки 40 мм и длиной 2,5 м, соединенными стальной полосой сечением $40 \times 4 \text{ мм}^2$, проложенной на глубине 0,7 м.

Сопротивление одного стержня:

$$r_c \cong \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} = \frac{75}{2\pi 2,5} \ln \frac{4 \cdot 2,5}{0,95 \cdot 0,04} = 26,2 \text{ ом}.$$

Если не учитывать, с одной стороны, коэффициента использования стержневых заземлителей в контуре, то есть считать $\eta_{с.к} = 1$, а с другой стороны, наличия соединительных полос, то есть считать $r_{с.з} = r_{и.з}$, то для выполнения искусственного заземления потребовалось бы стержней:

$$n = \frac{r_c}{r_{и.з}} = \frac{26,2}{0,6} \cong 44.$$

Если принять отношение расстояния между стержнями к длине стержня $a/l = 6$, которое рекомендуется, как оптимальное при $\frac{\rho_{п}}{\rho_c} \leq 3$ (Л-11) и (Л-25), то периметр

контура (длина соединительной полосы) получится:

$$l_{\Pi} = \frac{a}{l} \ln = 6 \cdot 2,5 \cdot 44 = 660 \text{ м.}$$

Сопротивление этой полосы в контуре с учетом коэффициента использования полосы в контуре $\eta_{\Pi, \kappa} = 0,78$ (рис. 19, б) получается равным:

$$r_{\Pi, \text{э}} = \frac{\rho}{\eta_{\Pi, \kappa} 2\pi l_{\Pi}} \ln \frac{2l_{\Pi}^2}{bh} = \frac{150}{0,78 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 660} \cdot 2,3 \times \\ \times \lg \frac{2 \cdot 660^2}{0,04 \cdot 0,7} = 0,79 \text{ ом.}$$

Сопротивление, которое должны обеспечить стержневые заземлители:

$$r_{\text{с.з.э}} = \frac{r_{\Pi, \text{э}} r_{\Pi, \text{з}}}{r_{\Pi, \text{э}} - r_{\Pi, \text{з}}} = \frac{0,6 \cdot 0,79}{0,79 - 0,6} = 2,5 \text{ ом.}$$

Учтя коэффициент использования стержней в контуре $\eta_{\text{с.к}} \cong 0,88$, который определяем с применением экстраполяции по рисунку 18, б, найдем необходимое число стержней с учетом полосы и взаимного экранирования:

$$n = \frac{r_{\text{с}}}{r_{\text{с.з.э}} \eta_{\text{с.к}}} = \frac{26,2}{2,5 \cdot 0,88} = 12.$$

Очевидно, что необходимое в действительности n лежит в пределах между 12 и 44 (принять $n = 12$ нельзя, так как при его определении использовалось $r_{\Pi, \text{э}}$, найденное при $n = 44$). Зададимся $n = 25$ и аналогично предыдущему найдем: $l_{\Pi} = 375 \text{ м}$; $\eta_{\Pi, \kappa} = 0,82$; $r_{\Pi, \text{э}} = 1,25 \text{ ом}$; $r_{\text{с.з.э}} = 1,15 \text{ ом}$; $\eta_{\text{с.к}} \cong 0,9$; $n = 25,3 \cong 26$.

Эта величина n близка к исходной ($n = 25$) и может быть принята за окончательную. Некоторое уменьшение сопротивления заземляющего устройства за счет удлинения соединительных полос при увеличившемся на 1 штуку количестве стержней не будем учитывать; это создаст некоторый запас надежности в расчетах. Также можно не учитывать снижение сопротивления от выравнивающих полос внутри контура, которые примем выполненными из стальной катанки диаметром 6 мм и проложенными на расстоянии 15 м одна от другой (Л-11).

Работа 2. Первая помощь пострадавшему

1. По заданным каждому студенту индивидуальным условиям несчастного случая быстро решить, какие меры первой помощи можно принять, показав практически, как освободить пострадавшего от тока и т. д.

2. Практически отработать приемы выполнения искусственного дыхания. При этом по заданным преподавателем условиям решить, какой метод искусственного дыхания выбрать в предложенном случае.

Работа 3. Проверка заземляющих устройств и определение удельного сопротивления грунта

1. Измерить сопротивление растеканию тока в земле от заземлителя: а) методом амперметра и вольтметра с учетом поправки; б) методом «трех земель»; в) измерителем заземлений.

Можно заменить реальные сопротивления растеканию активными сопротивлениями, включенными в звезду между соответствующими тремя зажимами на стенде.

2. Сравнить результаты измерения, полученные различными методами, и выбрать коэффициент учета сезонных изменений.

3. Ознакомиться с методами проверки заземляющих проводников: а) с помощью прибора МЗ13; б) с помощью измерителя заземлений МС-07 или МС-08.

4. Пользуясь измеренным в пункте 1 сопротивлением растеканию с учетом коэффициента сезонности и заданными размерами стержня, определить удельное сопротивление грунта по формуле:

$$\rho = \frac{2,73Rl}{\lg \frac{4l}{d}} \text{ ом} \cdot \text{м.}$$

5. Сравнивая результат с таблицей 2, определить характер грунта в данной местности.

6. Измерить сопротивление петли фазы — нуль на модели: а) по методу амперметра и вольтметра при двух различных напряжениях; б) по методу Ювэнгерчермета. Определить, соответствует ли установка требованиям ПУЭ к заземлениям в сетях 380/220 в.

Работа 4. Практическое ознакомление с защитными средствами и способами проверки их годности

1. Определить, не истек ли срок годности до очередных испытаний высоким напряжением диэлектрических бот, перчаток, указателя напряжения и других изолирующих защитных средств, имеющихся в лаборатории.

2. Проверить исправность указателя напряжения мегомметром.

3. Убедиться в отсутствии проколов в перчатках.

4. Ознакомиться с практическим использованием изолирующих штанг.

5. Ознакомиться практически с применением изолирующих клещей для замены высоковольтных плавких предохранителей.

6. Ознакомиться практически с методами испытания высоким напряжением изолирующих штанг, клещей и т. д.

7. Ознакомиться практически с установкой для испытания диэлектрических бот, перчаток и галош высоким напряжением и с нормами испытаний.

Контрольные вопросы

1. Как освободить от тока попавшего под напряжение 220 в? (То же — на стремянке, на столбе и при напряжении выше 1000 в).

2. Какой способ искусственного дыхания применять, если помощь оказывает один человек (если у пострадавшего сломаны ребра; если у него обожжена спина)?

3. Как осуществляется искусственное дыхание по первому способу? По второму?

4. В чем состоит метод измерения сопротивления растеканию амперметром и вольтметром; каковы условия правильного выполнения измерений и почему? В чем состоит метод «трех земель»?

5. Почему нужно вносить поправку в результаты измерений по методу амперметра и вольтметра, если используется электромагнитный или электродинамический вольтметр?

6. Для чего в измерителях заземлений типов МС-07 и МС-08 применяются прерыватель и выпрямитель тока?

7. Как и зачем регулируется измеритель заземлений?

8. Как измерить сопротивление петли фаза — нуль по методу: а) амперметра и вольтметра; б) Ювэнбергочермета?

9. Каковы требования ПУЭ к устройствам защитного заземления в установках до 1000 в с глухозаземленной нейтралью?

10. В каких случаях применяют испытание заземляющего устройства однофазным коротким замыканием при полном напряжении?

11. Как проверить исправность указателя высокого напряжения перед его использованием?

12. Как испытывают высоким напряжением изолирующие штанги, диэлектрические перчатки, боты и галоши?

13. Как убедиться в отсутствии проколов в диэлектрических перчатках перед их использованием?

Глава III

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

1. Меры безопасности при погрузочно-разгрузочных работах

К погрузочно-разгрузочным работам можно допускать только специально обученных или проинструктированных рабочих.

При весе груза более 60 кг в одном месте или при подъеме груза выше чем на 3 м необходимо применять хотя бы «малую механизацию», то есть блок, катки, тележки и т. д. При весе груза более 300 кг необходимо применять краны, автопогрузчики, тельферы.

Вручную разрешается поднимать и переносить тяжести не более 50 кг на одного взрослого мужчину, причем при грузах весом 45—50 кг поднимать груз на спину или плечи и снимать груз следует с помощью других рабочих.

Женщинам 18 лет и старше разрешается поднимать и переносить не более 20 кг на человека, но если груз переносится на носилках, то вместе с весом носилок на двоих допускается 50 кг.

Подростки не допускаются к погрузочно-разгрузочным работам. Если же переноска или передвижение тяжестей связаны с выполняемой подростком постоянной профессиональной работой, то они должны занимать не более $\frac{1}{3}$ его рабочего времени (не более 2 ч в день). Тогда подросткам 16—17 лет мужского пола разрешается переносить до 16 кг на человека, а девушкам — до 10 кг. Обе эти нормы должны быть снижены в 2 раза, если подросткам меньше 16 лет (например, для школьников, участвующих в работе в порядке производственного обучения).

Имеются определенные максимальные нормы тяжестей, перемещаемых на вагонетках по рельсам, на четырехколесных или трехколесных тележках и т. д. Не разрешается

перемещать грузы на двухколесных тележках или тачках подросткам женского пола и всем подросткам моложе 16 лет.

Погрузочно-разгрузочные операции с бочками, кабельными барабанами и другими катучими грузами должны быть механизированы или выполняться с помощью наклонной плоскости или слег, имеющих на верхнем конце захват для крепления к бортам автомашины или платформы. Грузы необходимо оттягивать канатами. Погрузка и разгрузка круглого леса при высоте штабеля более 2 м должны производиться краном или штабелером.

При переноске столбов длиной до 9 м на одного взрослого мужчину должно приходиться приблизительно 1,5 м длины столба с условием, что рабочие вдоль столба стоят по росту. Для переноски столбов большей длины или вынутых из воды добавляют еще по одному человеку на столб. Все рабочие должны переносить столб на одном и том же плече. Поднимать и сбрасывать столб нужно одновременно по команде. Столбы, пропитанные креозотом, можно переносить только специальными клещами-столбопереносчиками.

Катки для перемещения грузов должны быть прочными, ровными, не слишком короткими и выступать из-под груза не более чем на 0,3—0,4 м. Нельзя стоять сбоку от груза между выступающими концами катков. Тяжелые машины перемещают по каткам на раме или брусках, к которым прикрепляют машину.

Поднимать трансформаторы и электрические машины канатом или тросом можно только за специально предназначенные для этого детали: рым-болты, крюки. Подводить трос или домкрат под радиаторы, под лапы для крепления двигателя к фундаменту и пр. нельзя, так как это может привести к их поломке и к несчастному случаю.

Поднимать и устанавливать разъединители нужно в положении «Включено», а масляные выключатели, приводы к ним и вообще аппараты, могущие отключаться автоматически, — в положении «Отключено».

При выгрузке вручную трансформаторов или крупных машин с железнодорожной платформы нужно сделать рядом с ней горизонтальную площадку на уровне платформы (спальную выкладку), а уже с нее спускать груз по пологому скату (10°) с применением оттяжки (расчалки), прикрепленной к верху трансформатора.

Рабочие, обслуживающие грузоподъемные механизмы, должны иметь одежду без свободно висящих частей. Женщинам следует подбирать волосы под головной убор. Этим лицам необходимо пройти специальное обучение, а при управлении грузоподъемными механизмами с земли (с пола) — инструктаж и проверку знаний.

Все краны, за исключением транспортируемых с завода в собранном виде (автокранов, гусеничных кранов), до начала использования должен технически освидетельствовать владелец, то есть осмотреть и испытать грузом, сделав соответствующую запись в паспорте крана. Все краны, в том числе автокраны, подвергаются периодическому освидетельствованию не реже одного раза в год. На всех грузоподъемных механизмах пишут их грузоподъемность и дату следующего освидетельствования.

Помимо лица, отвечающего за исправность и техническое состояние крана от предприятия-владельца, за кранами ведет надзор инспекция Госэнергонадзора (а в промышленности — Госгортехнадзора). Надзор состоит в следующем: а) краны регистрируют, проверяют техническую документацию на кран для определения его соответствия «Правилам устройства и безопасной эксплуатации кранов»; б) выдают разрешение на пуск кранов в работу; в) контролируют путем ежегодных обследований состояние кранов и обучение обслуживающего персонала; г) контролируют изготовление новых кранов; д) расследуют аварии и несчастные случаи и разрабатывают мероприятия по их предупреждению.

Разрешается не регистрировать в органах надзора краны с ручным приводом механизмов при любой грузоподъемности, краны с машинным приводом, управляемые с земли (кран-балки и консольные с тельфером), стреловые краны с постоянным углом наклона стрелы и неизменным расстоянием от оси крюка до оси вращения крана (краны-укосины, ДИП, «Пионер»). Такие краны регистрирует администрация предприятия-владельца в журнале учета грузоподъемных машин. Госэнергонадзор выборочным обследованием проверяет состояние этих кранов, а также вспомогательных грузозахватных приспособлений.

Обследования проводятся в присутствии представителя технической администрации, осуществляющего надзор за кранами на данном предприятии, и лица, ответственного

за их исправное состояние. О результатах обследования составляют акт в трех экземплярах по установленной форме и делают запись в паспорте каждого осмотренного крана.

Краны, тросы, стропы и чалочные цепи перед первым использованием, а также в дальнейшем не реже одного раза в 6 месяцев нужно испытывать в течение 10 мин нагрузкой, в 2 раза превышающей рабочую. Грузоподъемность и дату испытания следует указывать на прикрепленных к ним бирках. Все стропы необходимо регистрировать в особом журнале.

Кроме испытаний, стропы и чалочные цепи каждые 10 дней подвергают осмотру и бракуют при обнаружении дефектов, перечисленных в «Правилах техники безопасности для строительно-монтажных работ» (Л-2, т. I).

Тросы должны соответствовать ГОСТ и иметь свидетельство (сертификат) завода-изготовителя. Если свидетельства нет, тросы испытывают в соответствии с ГОСТ 3241—55 на стальные канаты. Бракуют находящиеся в эксплуатации тросы с петлеобразными заломками, с обрывом одной из прядей или с количеством оборванных проволок разных прядей на длине одного шага свивки троса, которое превышает норму, зависящую от конструкции троса (табл. 7).

Таблица 7

Наименьшее количество оборванных проволок, при которых канат бракуется

| Отношение диаметров барабана и каната | Конструкция каната | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| | 6×19 = 114 проволок и один органиче- ский сердеч- ник; свивка | | 6×37 = 222 проволоки и один органиче- ский сердеч- ник; свивка | | 6×61 = 366 проволок и один органиче- ский сердеч- ник; свивка | | 18×19 = 342 проволоки и один органиче- ский сердеч- ник; свивка | |
| | кресто- вая | одно- сторон- няя | кресто- вая | одно- сторон- няя | кресто- вая | одно- сторон- няя | кресто- вая | одно- сторон- няя |
| До 6 | 12 | 6 | 22 | 11 | 36 | 18 | 36 | 18 |
| 6—7 | 14 | 7 | 26 | 13 | 38 | 19 | 38 | 19 |
| Свыше 7 . . . | 16 | 8 | 30 | 15 | 40 | 20 | 40 | 20 |

Шаг свивки определяют так: на поверхности одной из прядей наружного слоя наносят точку, а затем отсчитывают вдоль каната столько прядей, сколько их имеется в сечении наружного слоя каната (рис. 37).

Трос должен быть забракован и при меньшем количестве обрывов проволок, чем указано в таблице 7, если, кроме обрывов, имеется поверхностный износ каната или уменьшение диаметра проволок из-за коррозии. Например, когда это уменьшение — на 10%, а число обрывов составляет 85% нормы по таблице 7, или когда уменьшение диаметра проволок — на 20%, а количество обрывов — 70% нормы. При уменьшении диаметра проволок на 40% и более канат бракуют, даже если обрывов нет совсем.

Ручные лебедки, тали, блоки и полиспасты, домкраты (кроме винтовых) ежегодно испытывают нагрузкой в 110% номинальной.

Правила безопасности использования грузоподъемных механизмов (Л-2, т. II) не допускают, в частности, пере-

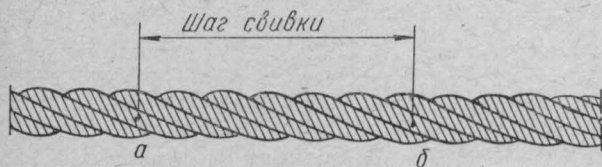


Рис. 37. Определение шага свивки шестипрядного каната.

таскивать груз волоком с помощью крана, поднимать краном тару, наполненную выше краев, отрывать от земли краном предметы, примерзшие к земле или заваленные землей, другими грузами и т. д. Это может привести к авариям кранов и к несчастным случаям с людьми.

Запрещается работать со стреловыми кранами, погрузчиками, экскаваторами непосредственно под проводами контактной сети электрических железных дорог или воздушных электрических линий, находящихся под любым напряжением. Вблизи таких проводов работа допускается только при условии, что расстояние по горизонтали между крайней точкой машины (или грузовым тросом, или грузом) и ближайшим проводом будет не менее: при напряжении до 1 кв — 1,5 м, при напряжении 1—20 кв — 2 м, при 35 и 110 кв — 4 м, при 154 кв — 5 м, при 220 кв — 6 м.

При передвижении кранов, экскаваторов, а также комбайнов и других крупных сельскохозяйственных машин

под проводами воздушных электрических линий, находящихся под напряжением, нужно, чтобы расстояние по вертикали между высшей точкой машины и низшим проводом линии было не менее: при напряжении до 1 кв — 1 м, при 1—20 кв — 1,5 м, при 35—220 кв — 2,5 м.

Если эти расстояния соблюсти невозможно, линию необходимо отключить.

2. Общие правила безопасности при работе на высоте

Высота лестниц, лесов, подмостей должна соответствовать характеру работы: не допускается использовать недостаточно длинные лестницы или недостаточно высокие подмости, вынуждающие наращивать их снизу или сверху ящиками, бочками, стульями и т. п. Запрещается также работать, стоя на двух верхних ступеньках приставных лестниц и стремянок: рабочий должен стоять не выше, чем на расстоянии 1 м от верхнего конца лестницы. Высота приставной лестницы не должна превышать 5 м. Если рабочему нужно стоять на приставной лестнице выше, чем на 4 м от пола, следует прикрепляться предохранительным поясом к той опоре или конструкции, на которую опирается лестница.

Предохранительные пояса испытывают на механическую прочность периодически раз в 6 месяцев грузом 225 кг, подвешенным на 5 мип к карабину. При этом пояс застегивают на горизонтально расположенном бревне диаметром 300 мм.

Если работать нужно на высоте от 4 до 7 м, можно пользоваться передвижными пирамидами или платформами. Это вышки на роликах с площадкой наверху, рассчитанной не менее чем на двоих и огороженной перилами высотой не менее 1 м. Во время работы ролики пирамид нужно заклинивать, а при передвижении пирамид на них не должно быть ни людей, ни инструмента. При высоте более 7 м необходимо использовать леса.

У деревянных приставных лестниц ступеньки (перекладины) нужно не только прибивать к тетивам (стойкам), а врезывать в них. Тетивы надо скреплять стальными болтами через каждые 2 м длины. На нижних концах тетив следует укреплять стальные или резиновые наконечники,

в зависимости от того, где предполагается использовать лестницу: на земле или на полу. Сечение тетив нужно выбирать таким, чтобы были исключены прогиб или качание лестницы при подъеме людей. Лестница, положенная горизонтально своими концами на две опоры, должна выдерживать груз 15 кг, положенный посередине. Установленные в рабочее положение лестницы испытывают грузом 200 кг (деревянные и металлические — раз в год, а веревочные — раз в 6 месяцев).

Приставные лестницы нужно устанавливать под углом около 60° к горизонту. Если это невозможно, то в верхней части лестницу следует привязать к тому, на что она опирается. Если возможно смещение верхнего конца в бок, нужно укрепить его растяжками. Раздвижные лестницы-стремянки должны иметь приспособления, фиксирующие лестницу в нужном положении.

Запрещается работать на лестницах: а) около вращающихся трансмиссий, движущихся ремней, работающих машин; б) вблизи токоведущих частей под напряжением, не защищенных от случайного прикосновения; в) при использовании механизированного инструмента (например, при пробивке сквозняков пневматическим или электрическим молотком). Для таких работ нужно применять специальные леса или стремянки с площадкой наверху, имеющей перила. Запрещается работать на подмостях высотой более 1,1 м, если ширина их менее 1 м или если они не ограждены перилами.

Леса и подмости, передвижные пирамиды или вышки, применяемые на строительно-монтажных работах, должны быть инвентарными, то есть иметь паспорт предприятия-изготовителя. Неинвентарные леса и подмости допускаются лишь в исключительных случаях с разрешения главного инженера, причем при высоте более 4 м их нужно выполнять по утвержденному им проекту. Временные настилы на случайных опорах (бочки, кирпичи, ящики) устраивать запрещается.

Во избежание случайного падения инструмента запрещается оставлять его на подмостях, лесах, лестницах. Его следует класть в инструментальный ящик, в сумку или в гнезда монтерского пояса.

К работам на высоте допускаются только лица, прошедшие медосмотр, не имеющие болезней или увечий, препятствующих безопасной работе на высоте.

3. Правила безопасности при строительстве и монтаже воздушных электрических линий

К рубке, валке и переноске леса (при расчистке трассы) не допускаются лица моложе 18 лет.

Запрещается валить деревья при сильном ветре, тумане, гололеде и с наступлением сумерек. Запрещается вести групповую валку деревьев с предварительным подпиллом, валку, при которой одно дерево падает на другое, валку без предварительного подруба дерева со стороны, в которую его валят. Нельзя оставлять подрубленные или недопиленные деревья на время обеда или после окончания дневных работ.

При необходимости рубить с оттяжками (чтобы не задеть провода и т. д.) веревки закрепляют до начала рубки. Перед падением дерева вальщик должен отойти на 2—4 м в сторону, противоположную направлению падения, и дать предупредительный сигнал.

Посторонним лицам запрещается присутствовать при забивке копром ступьев или свай, а рабочим нельзя находиться в котловане опоры при установке опор или замене ступьев или около вращающегося бура при высверливании ям под опоры.

Прекращать поддержку опоры баграми, ухватами или расчалками разрешается только после засыпки и затрамбовки котлована. Запрещается применять вместо багров или ухватов колья, лопаты и т. д. Во время подъема опоры нельзя находиться под ней или под действующими тросами и расчалками, а при сбросе падающей стрелы — между ней и лебедкой, между стрелой и опорой. Нельзя поднимать опоры подъемными механизмами без боковых и тормозных расчалок, а также при сильном ветре.

При раскатке проводов поперек дорог необходимо до поднятия проводов на достаточную высоту выставить на дороге рабочих с флажками или фонарями на расстоянии 100 м в обе стороны для предупреждения проезжающих об опасности.

Если опора, не рассчитанная на одностороннее тяжение, подвергается ему при натяжке проводов, ее нужно укрепить оттяжкой.

Строящиеся линии, еще не присоединенные к источнику напряжения, должны быть закорочены и заземлены, если их длина превышает 2 км или если они, хотя бы на

отдельных участках, сближаются с действующими линиями электропередач (ЛЭП), так как на строящейся линии может индуцироваться напряжение с действующей линией или при приближении грозы.

Прежде чем подняться на столб, монтеру следует убедиться в его прочности, а в случае сомнения заявить об этом мастеру или прорабу, который обязан принять меры к укреплению непрочного столба. Запрещается подниматься на неукрепленную одностоечную деревянную опору, если ее диаметр вследствие гниения уменьшился больше чем на 20%.

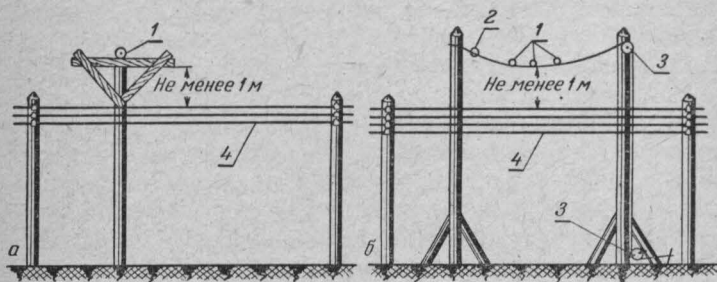


Рис. 38. Раскатка проводов через линию, находящуюся под напряжением до 1000 в, с помощью защитного каната (б) или рогатки (а):

1 — раскатываемые провода; 2 — защитный канат; 3 — ролик; 4 — провода пересекаемой линии.

Запрещается работать на опорах во время грозы и ветра более 6 баллов, подниматься на столб или спускаться с него без когтей и пояса, а также со стороны внутреннего угла угловой опоры или со стороны, в которую натягиваются провода при монтаже.

Монтерские когти испытывают при приемке или после ремонта грузом 180 кг и периодически раз в 6 месяцев грузом 135 кг в течение 5 мин.

При монтаже переходов сооружаемой линии через действующую воздушную линию напряжением до 1000 в последнюю необходимо отключить и заземлить. Если это почему-либо невозможно, то в виде исключения можно допустить работы без длительного отключения этой линии, если соблюдены следующие условия: над пересекаемыми проводами закреплена сетка или защитный канат (рис. 38), раскатываемые провода заземлены, рабочие,

раскатывающие провода через действующую линию, работают в диэлектрических перчатках.

Монтаж переходов через воздушные линии напряжением более 1000 в допускается только с отключением и заземлением этих линий. При натягивании проводов под линией напряжением выше 1000 в во избежание прикосновения к ней провода удерживают перекинутыми через них веревками, прикрепленными к кольям, вбитым в землю.

При монтаже проводов через железные дороги или судоходные реки и каналы должен присутствовать представитель железной дороги или водников, уполномоченный приостанавливать движение поездов или судов и обязанный своевременно предупреждать об их приближении. Во время пропуска судов или поездов под переходом с незаконченным монтажом рабочим запрещается находиться на опорах перехода, чтобы не быть сброшенными оттуда при случайном задевании поездом или судном за провода.

При горячей пайке проводов с лестницы котелок с расплавленным припоем поднимают вверх на веревке после того, как рабочий, прикрепивший котелок к карабину, отошел в сторону. Спаиваемый или свариваемый термитом провод должен находиться на расстоянии не менее 0,5 м от лица рабочего. Термитную сварку нельзя проводить без темно-синих очков. Сгоревшую и остывшую термитную шашку (муфель) надо сбивать с провода в направлении от себя. Запасные термитные шашки должны храниться в металлической коробке в рабочей сумке сварщика отдельно от термитных спичек и других предметов. Каждая шашка или термитная спичка должны быть завернуты в бумагу во избежание трения между ними. При переноске или разгрузке ящиков с шашками нельзя допускать сильных их сотрясений.

4. Правила безопасности при антисептировании древесины и при работе на антисептированных опорах

Деревянные опоры наиболее часто антисептируют креозотом, каменноугольным лаком или пастой, содержащей фтористый натрий. Все эти антисептики ядовиты. Креозот — это маслообразная желтоватая прозрачная жидкость. Он вызывает ожоги слизистых оболочек и кожи,

а при попадании в желудок — сильные боли, рвоту и потерю сознания. Фтористый натрий вызывает поражение слизистых оболочек и кожи, достигающие иногда до изъязвления. Каменно-угольный лак придает коже человека болезненную чувствительность к солнечному свету (открытые солнцу участки кожи и слизистая оболочка глаз могут воспаляться с ощущением жжения). Может также возникнуть сыпь на теле. Зеленое масло и нефтяной битум оказывают такое же действие, но более слабое.

Лица, антисептирующие опоры и соприкасающиеся с этими опорами в дальнейшем, в частности электромонтажники, должны знать правила безопасной работы с антисептированным лесом и иметь спецодежду из брезента, покрытого снаружи на местах, подверженных загрязнению, тремя слоями казеиновой пропитки. Спецодежда состоит из костюма, рукавиц, шлема с раструбом, закрывающим ворот, и кожаных ботинок или сапог с кожмитовыми подметками. Зимой поверх валенок надевают брезентовые чулки. При изготовлении антисептических паст и при обработке ими опор нужно также надевать защитные очки или щиток из плексигласа.

Если антисептики попали на части спецодежды, не защищенные казеиновой пропиткой, или последняя потрескалась или растворилась под дождем, спецодежду после чистки уайт-спиритом нужно выстирать в механической прачечной, высушить в расправленном виде и вновь обработать казеином. Уносить спецодежду домой запрещается. Запрещается влезать на антисептированную опору без рукавиц, а также работать на ней с расстегнутым воротом. При работе в ботинках брюки необходимо подвязывать, чтобы они не могли подняться и оголить ноги. Перед работой не рекомендуется бриться: свежесбритые места весьма чувствительны к антисептику.

Перед началом работы по наложению антисептической пасты или на свежeproпитанных опорах лицо нужно покрывать специальной предохранительной пастой или жидкостью, например пастой ИЭР-1. Перед обедом и после окончания работ части тела, покрытые пастой, обтирают сухой тряпкой и моют теплой водой с мылом, после чего лицо рекомендуется припудрить во избежание растрескивания кожи при обветривании. Применять вазелин или кремы для смазывания кожи перед работой нельзя. После возвращения с работы надо принять

горячий душ. В жаркое время года рекомендуется работать в ранние утренние или в вечерние часы во избежание потения работающих, так как потное тело больше подвержено действию антисептика.

Расплавленный битум и разогретый креозот переносят на длинном шесте в ведрах, наполненных на $\frac{3}{4}$ и имеющих крышку с ручкой. Нести шест с ведром на плечах запрещается. Нельзя подогревать креозот на открытом огне, нужно ведро с креозотом опустить в котел с кипящей водой. Зеленое масло в разжиженный битум добавляют только после снятия котелка с битумом с огня.

При добавлении в расплавленный битум полихлорида бензола надо стоять с наветренной стороны, чтобы не вдыхать его ядовитых паров, а в случае нечаянного смазывания в нем одежды ее надо немедленно снять и высушить вне помещения. При антисептировании опор надо стоять спиной к ветру. После окончания антисептирования антисептик, попавший на землю, закапывают.

Если антисептик попал на кожу, смазанную предохранительной пастой, кожу обтирают сухим ватным тампоном, а в случае сильного загрязнения — тампоном, слегка смоченным уайт-спиритом. Для промывания глаз в случае попадания в них антисептика или предохранительной пасты надо применять трехпроцентный раствор борной кислоты, который должен храниться в походной аптечке бригады. При появлении первых признаков отравления (головокружение, слабость, тошнота) нужно обратиться в ближайший медпункт.

5. Правила безопасности при прокладке кабельных линий

Рыть траншеи и котлованы для опор или для прокладки новых кабелей вблизи трассы действующих кабелей можно только с разрешения эксплуатирующей их организации. Раскопки при этом нужно выполнять с особой осторожностью, а с глубины 0,4 м и далее — вручную.

Если при рытье неожиданно обнаруживается кабель или трубопровод, работы приостанавливают до выяснения по плану подземных сооружений, что он собой представляет.

Котлованы, траншеи и открытые люки кабельных колодцев на улицах и во дворах необходимо ограждать, а ночью обозначать сигнальными фонарями.

В зависимости от рода грунта глубина неукрепленных траншей или котлованов с вертикальными стенками, а также крутизна откосов неукрепленных стенок при большей глубине нормируется в специальных таблицах (Л-2, т. I). Например, при песчаном грунте глубина траншеи с вертикальными неукрепленными стенками допускается до 1 м, а при глинистом — до 1,5 м. При большей глубине h неукрепленные стенки допускаются (но не глубже 3 м) с откосом ($h : b$) в песке — 1 : 1,25; а в глине — 1 : 0,5. При рытье траншей или котлованов отваливать пласты грунта подкапыванием запрещается.

Все кабельные работы выполняют в брезентовых рукавицах для защиты от свинца, брызг мастики, заноз и т. д.

При ручной укладке кабеля в траншею число рабочих должно быть таким, чтобы на каждого рабочего приходилась часть кабеля весом не более 35 кг для мужчин или 20 кг для женщин.

При работах в траншеях, колодцах, кабельных туннелях и коллекторах нужно применять переносные лампы 12 в или аккумуляторные фонари. В кабельных колодцах и туннелях могут скапливаться ядовитые или взрывоопасные газы. Перед спуском людей в колодец нужно убедиться в отсутствии таких газов. Для этого можно применять или специальный переносной газоанализатор типа ПГФ, или рудничную бензиновую лампу (с сеткой вокруг пламени).

Схема газоанализатора ПГФ (рис. 39) представляет собой уравновешенный при отсутствии горючих газов мост. Измерительную камеру 9 газоанализатора наполняют смесью воздуха с газом из колодца с помощью смонтированного в приборе поршневого насоса. При нажатии кнопки в цепи источника питания (батареи карманного фонаря) ток раскалит платиновую спираль, помещенную в измерительной камере, и на этой спирали произойдет каталитическое сгорание анализируемой газовой смеси, если она горючая. За счет дополнительного нагрева от сгорания смеси сопротивление платиновой спирали в камере 9 изменится по сравнению с камерой 10, что вызовет нарушение равновесия моста и отклонение стрелки гальванометра.

Углекислый газ этим газоанализатором не обнаруживается, поэтому, убедившись в отсутствии горючих газов (метана, светильного газа), нужно опустить на дно

колодца зажженную свечу, погасание которой свидетельствует о наличии CO_2 . Опускать или бросать в колодец горящие предметы до проверки газоанализатором запрещается. Наличие метана с помощью рудничной лампы определяется по появлению ореола над ее пламенем.

Если в колодце или туннеле обнаружится газ, применяют ручной нагнетающий вентилятор со шлангом, опущенным в колодец и не достигающим до дна на 25 см.

При работах в колодцах разжигать паяльные лампы, разогревать припой или мастику для заливки муфт следует только снаружи. Опускать их в колодец нужно в же-

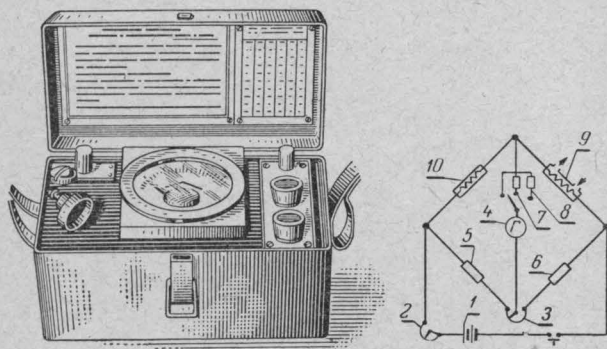


Рис. 39. Общий вид и схема газоанализатора ПГФ:

1 — батарея; 2, 3 — рукоятки управления; 4 — гальванометр; 5, 6 — постоянные сопротивления; 7, 8 — сопротивления гальванометра; 9 — измерительная камера; 10 — камера сравнения.

лезной посуде с носиком и крышкой, на металлическом тросике, прикрепленном к ручке с помощью карабина. Принимающий посуду с припоем должен стоять в стороне, пока она не встанет на дно колодца. Посуду с разогретой мастикой или припоем передавать непосредственно из рук в руки запрещается. При передаче ее нужно ставить на землю.

Подготавливать жаровню, разогревать и снимать посуду с припоем или мастикой, а также заливать муфты можно только в защитных очках и рукавицах. Перемешивать припой или мастику можно только сухой и предварительно разогретой металлической ложкой во избежание брызг. Запрещается разогревать мастику в закрытых банках или без термометра.

Применять паяльные лампы на территории открытых распределительных устройств и в закрытых РУ или в помещениях подстанций можно лишь в том случае, если расстояние от их пламени до ближайших токоведущих частей, находящихся под напряжением до 10 кВ, составляет не менее 1,5 м, а под напряжением свыше 10 кВ — не менее 3 м, во избежание электрического пробоя воздуха, ионизированного пламенем. Разжигать паяльные лампы под оборудованием, изолированными проводами и вблизи аппаратов, наполненных маслом, запрещается.

Резервуар паяльной лампы нужно заправлять предусмотренным для нее горючим не более чем на $\frac{3}{4}$ его емкости и не накачивать чрезмерно, иначе резервуар может разорваться. Наливную пробку следует заворачивать не менее чем на 4 витки. Нельзя наливать или выливать горючее и разбирать лампу вблизи огня, разжигать лампу путем подачи горючего через горелку, снимать горелку до снижения давления. Во время работы лампа и ее содержимое нагреваются и давление в ней повышается. Если вместо негромкого шипения появляется гудение, тем более прерывистое, это значит, что надо выпустить излишек воздуха через наливную пробку. Нельзя выпускать воздух, пока лампа не погашена и ее горелка не остыла. Керосиновые паяльные лампы должны иметь предохранительные клапаны. Если у горящей лампы нагрелся весь резервуар, нужно погасить и слегка остудить лампу.

При подтекании резервуара или при других неисправностях лампу немедленно сдают в ремонт.

Резать кабель, находящийся в эксплуатации, и вскрывать чугунные и свинцовые муфты можно только в присутствии ответственного руководителя работ. Он должен перед этим установить по чертежу подземных сооружений, что это действительно тот кабель, с которого снято напряжение. Кроме того, кабель, проложенный непосредственно в земле (а не в туннеле, канале, колодце или коллекторе), нужно для проверки отсутствия напряжения на нем проколоть до токоведущих жил специальной изоляционной штангой с металлическим захватом и острием или приспособлением с пневматическим приводом. Металлическую часть приспособления для прокола заземляют. Прокол штангой делают в диэлектрических перчатках, в очках, стоя на диэлектрическом коврике или на сухой доске. Для резки кабеля после прокола также надевают перчатки

и очки, становятся на коврик или доску, а ножовку заземляют гибким проводником.

При снятии муфты снимают сначала одну ее половину, стараясь не повредить изоляцию, затем вторую после прогрева паяльной лампой. Затем убеждаются в отсутствии напряжения с помощью указателя, работающего от емкостных токов. После этого срезают с жил изоляционный состав подогретым и заземленным ножом. Только после очистки жил от изоляции и замыкания их между собой и на землю разрешается работать без диэлектрических перчаток и очков.

Монтаж кабельных заделок с применением эпоксидного компаунда или специальных лаков № 1 и № 2 производится по специальной инструкции. Все лица, применяющие и перевозящие эти материалы или связанные с их хранением, должны знать, что они ядовиты.

6. Правила безопасности при монтаже электрических машин, электрооборудования и электропроводок

Во время монтажа или ремонтных работ на трансформаторе маслосборную яму закрывают настилом из досок толщиной не менее 50 мм. Работать на сердечнике или кожухе трансформатора можно только после подъема сердечника, отвода его в сторону от кожуха и установки на надежных подкладках. Работать под поднятой крышкой трансформатора разрешается при условии, что между ней и кожухом установлены прокладки, удерживающие крышку в поднятом положении.

Все конструкции открытых РУ (порталы, диверторы и т. д.) до монтажа оборудования закрепляют в соответствии с проектом: всеми болтами или сваркой. Поднятые для монтажа элементы оборудования закрепляют немедленно на месте в соответствии с проектом. При сборке гирлянд подвесных изоляторов для монтажа гибких шин в открытых РУ нужно применять заводские замки и шпильки, а не самодельные проволочные.

Запрещается одновременно регулировать и осматривать разъединитель или выключатель или одновременно с регулировкой делать его ошиновку, а также регулировать выключатель во время регулировки его привода. Регулировать разъединитель или выключатель, отделенный стеной от своего привода, можно только при надеж-

ной связи между регулировщиками. При регулировке приводов выключателей надо удалить из цепей управления привода плавкие предохранители во избежание случайного дистанционного включения или отключения.

Нельзя спускать и натягивать возвратные пружины, а также пружины механизма свободного расцепления без специальных приспособлений.

Для проверки контактов выключателей на одновременность замыкания, а также для освещения внутри баков выключателей нужно применять напряжение не выше 12 в.

После подсоединения ошиновки к трансформатору напряжения нужно закоротить и заземлить все его выводы со стороны высокого напряжения (закоротка сохраняется до окончания электромонтажных работ в этой установке), чтобы предотвратить появление высокого напряжения из-за обратной трансформации. Также необходимо закоротить и заземлить все неиспользуемые вторичные обмотки трансформаторов тока.

Запрещается совмещать отверстия в собираемых деталях пальцами. Надо пользоваться ломиками, бородками. Нельзя поддерживать вручную привариваемые конструкции весом более 10 кг или мелкие детали, которые следует до сварки укрепить стробцинами.

Пробивая отверстия в кирпиче или бетоне, следует надевать защитные очки. При сквозной пробивке надо пользоваться шлямбурами или скарпелями, длина которых не менее чем на 200 мм должна превышать толщину пробиваемой стены. Пробивку сквозных отверстий в стенах и междуэтажных перекрытиях, а также натяжку проводов сечением более 4 мм² надо вести с лесов или подмостей, а не с приставных лестниц или стремянок.

Паять и облуживать концы нужно в защитных очках. Поднимать тигель с припоем выше уровня груди запрещается.

Машины или аппараты, хотя бы раз находившиеся под рабочим напряжением (присоединенные к сборным шинам или к источнику питания), приравниваются к аппаратуре, находящейся в эксплуатации, и все работы по их проверке нужно выполнять в соответствии с правилами безопасности при эксплуатации электроустановок (см. гл. V).

Все работы по монтажу электродвигателя нужно выполнять до подключения к нему проводов.

7. Правила безопасности при монтаже, ремонте и эксплуатации аккумуляторных батарей

Если батарея достаточно большая, чтобы требовать отдельного помещения, то в нем до начала монтажа батареи нужно закончить монтаж отопления, освещения и приточно-вытяжной вентиляции. На дверях этого помещения должны быть предупредительные надписи: «Аккумуляторная», «Огнеопасно», «С огнем не входить», — так как при зарядке свинцово-кислотной батареи выделяется водород, образующий с воздухом взрывоопасную смесь. Двери следует закрывать на замок, который изнутри легко открывается без ключа.

Свинец — ядовитое вещество; попав внутрь организма, он может вызвать хроническое отравление, а попадая в глаза — конъюнктивит (воспаление слизистой оболочки). Запрещается брать свинцовые окислы (сульфат) или едкий натр и едкое кали голыми руками. Удалять сульфат со свинцовых пластин или ржавчину с банок щелочных аккумуляторов можно только при наличии местной отсасывающей вентиляции. При этом надо быть в резиновых перчатках и защитных очках.

Паяльщики свинцовых соединительных мостиков между банками надевают брезентовые куртки и брюки навыпуск. Рукава куртки обвязывают или застегивают у манжет. Заниматься пайкой без рукавиц, защитных очков и респираторов запрещается. Во время ремонта пайку можно начинать не ранее чем через 2 ч после заряда батареи при включенной все это время вентиляции.

Все работы с кислотой проводят с осторожностью, в резиновых перчатках, фартуках, очках и в сапогах с брюками навыпуск. Запрещается переносить бутылки с кислотой волоком, «в обнимку» или на спине. Бутылки должны быть в корзине с двумя ручками или обрешетине. Переносить их нужно вдвоем, при значительном расстоянии — не за ручки корзины, а на специальных носилках, в которые бутылку вместе с корзиной входит на $\frac{2}{3}$ высоты. Переливая кислоту из бутылей, следует пользоваться устройством для наклона бутылей, а не держать бутылку за горло. Еще лучше использовать сифон с резиновой грушей. Ею нагнетают воздух в бутылку по трубке, вставленной в пробку, при этом кислота выливается из бутылки по другой трубке.

При составлении электролита во избежание разбрызгивания кислот нужно вливать кислоту тонкой струйкой из стеклянной кружки емкостью не более 2 л в достаточное количество воды (а не наоборот). Если воды будет мало, она, взаимодействуя с кислотой, нагреется до кипения и также будет разбрызгиваться.

При работах с кислотой поблизости должна быть двухлитровая бутылка с раствором соды для смачивания кожи или одежды при попадании на них брызг кислоты.

Нельзя поднимать открытые банки с электролитом, менять изоляторы под ними, а также выравнивать или передвигать стеллажи с банками на них. В помещениях для хранения кислот или щелочей, а также там, где правят, чистят или паяют аккумуляторные пластины, нельзя хранить или принимать пищу.

Пролитую кислоту или щелочь убирают с помощью резиновых груш. Если пролито много кислоты или щелочи, пользуются тряпкой на швабре; после сбора кислоты или щелочи место, где они были разлиты, нейтрализуют, обмывая его известковым раствором и водой.

При составлении электролита для щелочных аккумуляторов также нужно соблюдать осторожность, не допуская попадания едкого кали на кожу или в глаза. Куски едкого кали берут щипцами или пинцетом; при измельчении кусков едкого кали его закрывают чистой тряпкой во избежание ожога осколками. Под рукой должны быть раствор борной кислоты и вода.

8. Первая помощь при ранениях, переломах, ушибах, ожогах и отравлениях

При ранениях оказывающий первую помощь должен чисто вымыть руки с мылом, а если сделать это почему-либо нельзя, то смазать пальцы йодной настойкой. Не следует касаться раны даже вымытыми руками, промывать рану водой или лекарствами, засыпать порошком; все это может занести в рану инфекцию.

Нельзя также стирать с раны песок, землю и т. п. Очистить рану должен врач. При попадании в рану земли или песка, часто содержащих микробы столбняка, нужно срочно обратиться к врачу для введения противостолбнячной сыворотки.

Для бинтования раны нужно применять индивидуальный пакет, который всегда должен быть в сумке первой помощи или в шкафчике цеховой аптечки. Перевязочный материал из пакета вынимают так, чтобы не касаться руками той части повязки, которая будет положена на рану. Можно использовать чистый носовой платок или чистую тряпочку, причем на то место тряпочки, которое ляжет на рану, желательно накапать столько йодной настойки, чтобы получилось пятно, больше раны.

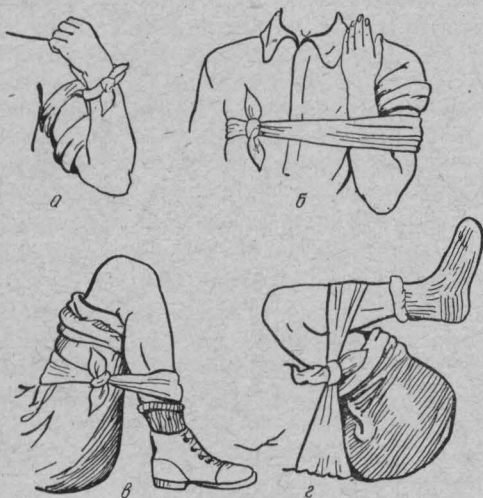


Рис. 40. Сгибание вышележащего сустава при кровотечении:

а — из предплечья; б — из плеча; в — из голени;
г — из бедра.

Нельзя удалять из раны сгустки крови не только из-за опасности загрязнить ее, но и потому, что можно вызвать сильное кровотечение. Чтобы остановить кровотечение, нужно поднять раненую конечность вверх, рану закрыть стерильным перевязочным материалом, сложенным в комочек, и придавить сверху на 4—5 минут, не касаясь самой раны пальцами. Если кровотечение остановится, то, не снимая перевязочного материала, нужно положить поверх него кусок ваты или еще одну подушечку из другого пакета и забинтовать с некоторым давлением. Если кровотечение не останавливается повязкой, то нужно срочно

вызвать врача. До прихода врача необходимо кровеносные сосуды, питающие кровью место ранения, сдавить, согнув конечность в суставах или прижав сосуды пальцами или жгутом. В первом случае надо засучить у пострадавшего рукав или брюки, сделать комок из какой-нибудь материи, вложить его в ямку, которая образуется при сгибании сустава выше места ранения (ближе к сердцу), а затем до отказа согнуть сустав над этим комком. Артерия, подающая кровь к ране, будет сдавлена в сгибе. В этом положении ногу или руку надо связать или привязать к туловищу (рис. 40).

При переломе кости той же конечности сгибание в суставе применить нельзя, но можно быстро остановить кровотечение, прижав пальцами кровоточащий сосуд к кости выше раны (рис. 41). Если оказывающий помощь должен освободить себе руки, то можно перетянуть жгутом всю раненую конечность кругом. В качестве жгута применяют упругий растягивающийся материал (резиновую трубку, подтяжки). Раненую конечность перед наложением жгута поднимают кверху. Место, на которое накладывается жгут, обертывают чем-нибудь мягким, например несколькими слоями бинта или куском какой-нибудь материи. Можно накладывать жгут поверх рукава или брюк. Жгут нельзя оставлять дольше 1,5—2 ч, иначе может произойти омертвление обескровленной конечности. Из-за сильной боли, которую причиняет наложенный жгут, иногда приходится снимать его раньше. Тогда необходимо, перед тем как снять жгут, прижать пальцами артерию, по которой идет кровь к ране, и дать пострадавшему отдохнуть от боли, а конечности получить некоторый приток крови, затем опять наложить жгут. Распускать жгут следует постепенно.

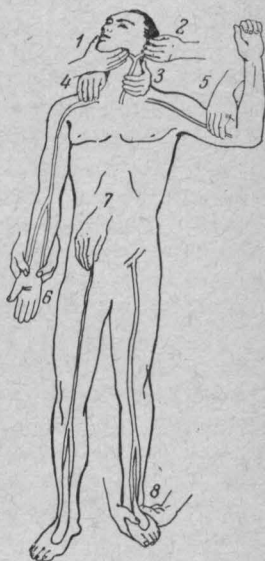


Рис. 41. Места и способы прижатия пальцами артерии для остановки кровотечения:

1 — из сосудов лица; 2 — из лба и виска; 3 — из шеи; 4 — из подмышки; 5 — из предплечья; 6 — из кисти; 7 — из бедра и голени; 8 — из пальцев ног.

Можно перетянуть конечность так называемой закруткой, сделанной из нерастягивающегося материала: галстука, пояса. Материал, из которого делается закрутка, обводят вокруг поднятой кверху и покрытой соответствующей подстилкой конечности и связывают узлом на наружной ее стороне. В этот узел (или под него) продевают палочку, которую закручивают до прекращения кровотечения.

При носовом кровотечении следует уложить пострадавшего или усадить, слегка откинув голову назад, растянуть ворот, положить на переносицу и на нос холодную примочку, сжать пальцами крылья носа.

Инородные тела, попавшие в глаза, удаляют промыванием глаза струей раствора борной кислоты или чистой водой из чайника или с ватки, а иногда влажным ватным или марлевым комочком, положив пострадавшего на здоровую сторону и направляя струю от наружного угла глаза (от виска) к внутреннему (к носу). Тереть глаз не следует.

При ожогах с пузырями или омертвением участков кожи нужно очень осторожно снять одежду или обувь, чтобы не содрать кожу, не загрязнить рану. Лучше всего разрезать одежду. Нельзя вскрывать пузыри, отдирать прилипшие куски одежды, касаться руками обожженного участка или смазывать его чем бы то ни было (кроме случаев ожога химическими веществами). Обожженное место надо перевязать, как свежую рану, сверху наложить вату, чтобы не повредить кожу через повязку при случайном толчке, а затем все закрепить бинтом.

При ожогах глаз вольтовой дугой применяют холодные примочки из борной кислоты на глаза и немедленно направляют пострадавшего к врачу.

Ожоги, вызванные кислотами и щелочами, требуют немедленного и обильного обмывания пораженной кожи струей воды из-под крана или из ведра в течение 10—15 мин. Можно опустить обожженную конечность в чан или ведро с чистой водой и двигать ею. После обмывания на обожженную кожу накладывают примочку: при ожогах кислотами — из содового раствора (одна чайная ложка на стакан воды), а при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса (слегка кислого на вкус) или борной кислоты (чайная ложка на стакан воды).

При переломах и вывихах основная задача первой помощи — закрепить поврежденные кости, суставы или

связанные с ними конечности в неподвижном и самом удобном для пострадавшего положении. Вправлять вывих разрешается только медицинскому персоналу.

При повреждении головы в случае падения или при ударе по голове, вызвавшем бессознательное состояние, кровотечение из ушей или рта, можно предполагать, что произошел перелом костей черепа. Первая помощь — холод на голову (бутылка со снегом или холодной водой, холодная примочка).

При падении с высоты или при обвалах, если есть подозрение, что сломан позвоночник (резкая боль в позвоночнике, невозможность согнуть спину и повернуться), нужно подsunуть осторожно под пострадавшего доску, не поднимая его с земли, или повернуть его на живот и строго следить за тем, чтобы при поднятии и переноске пострадавшего туловище не перегибалось во избежание повреждения спинного мозга.

Признаками перелома и вывиха ключицы являются боль в области ключицы и ясно выраженная припухлость. Нужно положить в подмышечную впадину с больной стороны небольшой комок ваты, марли или какой-либо материал, прибинтовать руку, согнутую в локте под прямым углом, к туловищу, причем бинтовать следует от больной конечности к спине; руку ниже локтя подвязать косынкой к шее, на область повреждения прикладывать что-либо холодное.

Первая помощь при переломах и вывихах костей рук — наложение деревянных шин (дощечек). Если их нет, то нужно подвесить руку и прибинтовать к туловищу, не подкладывая комка в подмышечную впадину. Если рука (при вывихе) отстает от туловища, нужно подложить между рукой и туловищем что-либо мягкое (например, сверток из одежды, мешков и т. п.). На место повреждения — холод. Если нет бинта и косынки, можно подвесить руку на поле пиджака.

При переломах и вывихах нижней конечности первая помощь состоит в том, чтобы укрепить больную конечность шиной, фанерной пластинкой, палкой, толстым картоном и т. п. так, чтобы один конец пластинки заходил выше края таза до подмышки, другой достигал пятки. Это создает полный покой всей нижней конечности. Накладывать шину надо, по возможности не приподнимая ногу, а только придерживая ее на месте и просовывая повязки

палочкой под поясницей, коленом и пяткой. На место повреждения кладут холодное.

Признаком перелома ребер является боль при дыхании, кашле и движениях. Первая помощь — туго забинтовать грудь или стянуть ее полотенцем во время выдоха.

Если есть уверенность, что имеется только ушиб, а не перелом или вывих, то на место ушиба накладывают снег, лед, тряпку, смоченную холодной водой, и плотно бинтуют ушибленное место. Если нет ранения кожи, не следует смазывать йодом, растирать, накладывать согревающий компресс. — все это ведет лишь к усилению боли. При ушибах живота и при наличии обморочного состояния, резкой бледности лица и сильных болей надо немедленно вызвать скорую помощь для направления пострадавшего в больницу (возможен разрыв внутренних органов с внутренним кровотечением). Так же поступают и при тяжелых ушибах всего тела при падении.

При растяжении связок, например при подвертывании стопы, когда человек остушился (признаки: резкая боль в суставе и припухлость), первая помощь — холод, тугое бинтование, покой.

При угрожающем обмороке (внезапные жалобы на головокружение, тошноту, стеснение в груди, недостаток воздуха, потемнение в глазах) уложить пострадавшего, опустив голову, приподнять ноги, дать выпить холодной воды, давать нюхать нашатырный спирт. Холодных примочек и льда на голову не класть. Так же поступать, если обморок уже наступил.

При тепловом или солнечном ударе, когда человек, работающий в жарком помещении, на солнцепеке или в душную безветренную погоду, почувствует внезапную слабость и головную боль или обратит на себя внимание нетвердой походкой, его нужно немедленно освободить от работы и вывести на свежий воздух или в тень. Полезно раздеть, охлаждать тело (обмахивать лицо, смачивать голову и грудь, обрызгивать холодной водой). При остановке дыхания или резком его расстройстве применяют искусственное дыхание.

Отравление окисью углерода (угарным газом, а также светильным газом) может происходить, в частности, в кафельных колодцах и туннелях. Угорание происходит постепенно и незаметно. Сам угарный газ не имеет запаха. Пахнут угаром другие газы, образующиеся одновременно

с ним. Отравление угарным газом проявляется в первую очередь в головной боли, сердцебиении, общей слабости. Угоревший ощущает «звон в ушах», «стук в висках», головокружение, тошноту. Затем наступает рвота, ослабление сердечной деятельности, бессознательное состояние. Если в это время угоревшему не будет оказана срочная помощь, может наступить смерть. Надо немедленно удалить пострадавшего из угарного помещения на свежий воздух. Если можно, то нужно срочно доставить подушку с кислородом. Если пострадавший дышит судорожно, редко или совсем не дышит, — делать искусственное дыхание.

9. Лабораторно-практические занятия

Работа 1. Практическое овладение приемами первой помощи

1. Наложить повязку индивидуального пакета на участок тела по заданию преподавателя. 2. Оказать первую помощь при переломе ключицы, позвоночника, бедра и т. д. — по указанию преподавателя. 3. Изучить правила оказания первой помощи при отравлении окисью углерода, правила использования изолирующих кислородных противогазов и аппаратов для выполнения искусственного дыхания с подачей кислорода.

Работа 2. Освидетельствование грузоподъемного механизма и грузоподъемных приспособлений и испытание лестницы и предохранительного пояса монтажника

1. Освидетельствовать тельфер, кранбалку и т. д. с испытанием их грузом и документальным оформлением испытания. 2. Испытать лестницу, монтажный пояс, блок, чалки и т. д. 3. Определить, пригодны ли для дальнейшей работы куски троса с обрывом того или иного числа жил и с тем или иным уменьшением диаметра проволок в результате ржавления.

Работа 3. Определение с помощью газоанализатора ПГФ наличия горючих газов в воздухе

1. Изучить устройство газоанализатора ПГФ и правила пользования им. 2. Определить, в каких колбах из числа выданных преподавателем воздух содержит примесь горючих газов.

1. Каков наибольший вес тяжестей, которые допускается поднимать мужчине, женщине, юноше и девушке 16—17 лет?
2. В чем состоит надзор за грузоподъемными механизмами и кто его осуществляет?
3. Какие требования предъявляются к приставным лестницам, применяемым на электромонтажных работах?
4. В каком случае запрещается влезать на неукрепленную одностоечную деревянную опору, бывшую в эксплуатации?
5. Какие правила безопасности надо соблюдать при монтаже переходов через действующие электрические линии, шоссе, железные дороги?
6. Назовите основные правила безопасности при работе на антисептированных опорах.
7. Каков принцип действия газоанализатора ПГФ?
8. Какие правила безопасности нужно соблюдать при использовании паяльных ламп?
9. Назовите основные правила безопасности при переноске или переливании кислоты, при составлении электролита.
10. Как оказать первую помощь пострадавшему при сильных ожогах кожи, при переломе ключицы, при тепловом или солнечном ударе?

Глава IV

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ И САНИТАРИИ ПРИ ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫХ РАБОТАХ

1. Правила безопасности при слесарных и станочных работах

Зубила, крейцмессели, бородки и т. п. с разбитыми головками использовать нельзя, так как при ударе по ним молотком можно травмировать руки осколками, отлетевшими от головки, или соскочившим с нее молотком. Длина этих инструментов должна быть не менее 150 мм.

Поверхность бойка у слесарного молотка должна быть слегка выпуклой, не косой или расплющенной. Ручка молотка слегка расширяется книзу, изготавливают ее из дуба, клена или других вязких и прочных пород дерева. Древесину подбирают без сучков, трещин и других дефектов и делают так, чтобы волокна были направлены вдоль ручки. Молоток на ручке закрепляют металлическими заершенными клиньями.

Напильники, шаберы и другие инструменты с острыми концами для насадки деревянных ручек нельзя использовать без ручек. Ручка должна быть без трещин, с глад-

кой поверхностью. Шейку ее скрепляют металлическим кольцом.

Нельзя применять гаечные ключи большего размера, чем нужно, и вставлять между гайкой и челюстью ключа прокладки. Запрещается пользоваться изношенными ключами с гранями челюстей, непараллельными друг другу. Не следует надевать на ручку ключа трубу для увеличения усилия затяжки. Нарушение этих правил может привести к срыву резьбы или ключа с гайки, к поломке болта и к травмам рук.

При рубке металла следует пользоваться предохранительными очками, а неопытный слесарь должен надевать на левую руку еще и специальные щитки или перчатку. Двухрядные верстаки необходимо перегораживать предохранительной сеткой высотой 800 мм с ячейками размером не более 3 мм. Расстояние между тисками должно быть не менее 1—1,2 м.

Чтобы рабочий меньше уставал и позвоночник его не искривлялся, высоту верстака и решетки под ногами делают такими, чтобы слесарь, горизонтально положив напильник на слегка выступающую из тисков деталь и держа напильник в правой руке за рукоятку в нормальной рабочей позе, сгибал правую руку в локте под углом 90°.

При слесарных и станочных работах волосы нужно убирать под кепку или косынку.

При обработке листового металла следует работать в брезентовых рукавицах во избежание порезов о края листа или ножницами. У механических ножниц должна быть линейка-ограничитель, дальше которой подвигать руку нельзя.

При слесарно-сборочных работах можно нечаянно защемить пальцы или придавить ногу тяжелой деталью. Целесообразно пользоваться специальными приспособлениями для монтажа или демонтажа деталей, например съемниками шкивов, шарикоподшипников, муфт. Подобные приспособления уменьшают опасность травм и повышают качество ремонта.

При работе на заточном или шлифовальном станке следует прежде всего опасаться разрыва абразивного круга. Чтобы предупредить ранение окружающих кусками круга, его ограждают, оставляя открытой только его часть, необходимую для работы. Кроме того,

предусматривают отсос пыли и защиту глаз прозрачным экраном или очками. На рисунке 42 показана схема предохранительных устройств на обдирочно-заточном станке. Чтобы предотвратить повреждение рук, для упора обрабатываемого изделия применяют регулируемый подручник.

Перед установкой на станки абразивных кругов их осматривают и простукивают деревянным молотком (круг

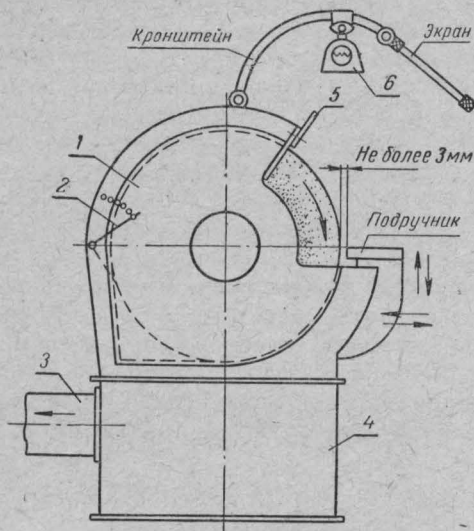


Рис. 42. Схема предохранительных устройств к обдирочно-заточному станку с ручной подачей изделия:

1 — кожух; 2 — рукоятка внутренней заслонки, предотвращающей выброс пыли; 3 — патрубок местного отсоса; 4 — пылеотстойник; 5 — внешняя заслонка; 6 — местное освещение.

с трещиной издает глухой или дребезжащий звук). При транспортировке и хранении кругов их оберегают от ударов и толчков.

На плоской торцевой стороне абразивных кругов указана допустимая для данного круга окружная скорость $v_{\text{окр}}$ в м/сек. Зная скорость и диаметр круга D в мм, можно определить максимальное число оборотов в минуту, с которым этот круг может работать, по формуле:

$$n_{\text{макс}} = \frac{60000 v_{\text{окр}}}{\pi D} = 19100 \frac{v_{\text{окр}}}{D}.$$

На станке круг закрепляют с помощью фланцев диаметром, составляющим приблизительно 0,5 диаметра круга. Между фланцами и кругом ставят прокладки из резины или картона толщиной 0,5—1 мм и большего диаметра, чем фланцы, примерно на 1 мм. Разность между диаметрами отверстия круга и шпинделя, на котором он закреплен, должна находиться в определенных пределах, зависящих от диаметра отверстия. Для обычных кругов с отверстием до 100 мм эта разность составляет, например, 0,4—0,8 мм. Внешнюю окружность круга центрируют по отношению к оси вращения, а боковую поверхность устанавливают перпендикулярно оси вала. Круги диаметром 125 мм и более еще и балансируют. После установки круга станок должен проработать холостую 5 мин.

Нельзя использовать на станках круги на бакелитовой или магнезимальной связке, пролежавшие на складе более года.

Следует принимать меры для излома и отвода из рабочей зоны стружки, которая может поранить руки или лицо рабочего. Для этого применяют наплавку или накладку на резец, ломающую стружку, или стружкоотводчики различной конструкции.

Часто станки оборудуют блокировками, которые не позволяют открыть ограждение при включенном станке, просунуть руки под пресс и т. д. Целесообразно подавать заготовки под пресс и вынимать деталь из штампа клещами или пинцетом.

Кнопки останова станков окрашены в красный цвет, имеют надпись «Стоп» и выступают на 3 мм над панелью, а пусковые кнопки несколько утоплены. Деталь, обрабатываемую на сверлильном станке, удерживают тисками или зажимами, а не рукой.

2. Правила безопасности при сварке, пайке и газовой резке

При сварке металла выделяются вредные газы, пары, большое количество лучистой энергии и очень мелкой пыли, которая опаснее крупной.

Для защиты глаз и кожи лица сварщики и их помощники должны пользоваться щитками или шлемами со светофильтрами, а при газовой сварке и резке — специаль-

ными очками. Светофильтры различны в зависимости от вида сварки и от силы тока. Кожу рук нужно защищать от ультрафиолетовых лучей и брызг металла брезентовыми рукавицами и отчасти экраном на электрододержателе. Для защиты окружающих рабочих место сварки ограждают ширмами из несгораемого изоляционного материала. Постоянные сварочные посты оборудуют местными отсосами в виде зонта или шланга с раструбом. Надо также тщательно удалять со свариваемых деталей краску и ржавчину.

Электросварку обычно выполняют при пониженном напряжении 70—110 в. Корпус сварочного трансформатора или генератора заземляют, а ток к электроду подводят шланговым проводом с исправной изоляцией. Рукоятки электрододержателей делают из изоляционных материалов.

При смене электрода в обычном электрододержателе сварщик отделен от электрода, находящегося под напряжением, только брезентовой рукавицей. При работе в сырых местах или внутри металлических резервуаров этого недостаточно. Здесь сварщики должны пользоваться еще и диэлектрическими галошами или ковриками, а при возможности нечаянно коснуться металлического резервуара, внутри которого ведется сварка, надевают еще и резиновые шлем, наколенники и налокотники.

Целесообразно применять безопасные электрододержатели, у которых электрод зажимается в гнезде, когда сварщик прижимает рукой к рукоятке электрододержателя специальный рычаг. При этом замыкаются внутри рукоятки и контакты, подающие напряжение на электрод. Чтобы вынуть огарок или вставить электрод, нужно отпустить рычаг, одновременно снимая с электрода напряжение. Однако этот электрододержатель не исключает того, что сварщик по ошибке возьмется левой рукой за огарок раньше, чем отпустит правой рукой рычаг, или, наоборот, отпустит левую руку от нового электрода позже, чем нажмет правой рукой рычаг. Поэтому более надежно применять схему, которая автоматически отключает сварочный трансформатор от сети и снимает напряжение 70—110 в с электрода, как только он перестает касаться свариваемой детали.

К сети, питающей сварочный трансформатор T_1 (рис. 43), присоединяют также понижающий трансформатор T_2 , вторичная обмотка которого на напряжение 12 или

24 в одним полюсом соединена с землей, то есть со свариваемой деталью *Д*. Вторым полюсом через блок-контакт *1* контактора *К* подается на его катушку, которая другим концом присоединена к электроду *Э*. Как только сварщик коснется электродом свариваемой детали, через катушку пройдет ток, контактор включит сварочный трансформатор и, замкнув блок-контакт *2*, разомкнет блок-контакт *1*. Падение напряжения от сварочного тока через реактор *Р*, которое получается между выводами от части его обмотки, достаточно для питания катушки контактора. Если электрод оторвать от свариваемой детали, катушка обесточится и контактор отключится. При этом на электроде будет только напряжение 12 или 24 в вместо 70—110 в.

При газовой сварке или резке нельзя допускать появления открытого огня, предметов, нагретых до 500° С или курить ближе чем в 10 м от газогенераторов и бензо-керосиновых бачков или баллонов с ацетиленом. Поэтому шланг между горелкой и редуктором баллона или газогенератором должен быть не короче 10 м. Использовать можно только вполне исправный шланг (например, без подмоток изоляционной лентой).

При необходимости ремонтировать шланг поврежденные места вырезают, а оставшиеся куски соединяют специальными нишпелями (а не кусками гладких труб) и крепят хомутами.

При чрезмерном нагреве мундштука горелки, при засорении ее брызгами расплавленного металла или при слишком близком расположении горелки к обрабатываемой детали возможно воспламенение газа внутри горелки (обратный удар пламени). Через шланг пламя может попасть в газогенератор и взорвать его. Поэтому необходимо применять предохранительные водяные затворы низкого или высокого давления (открытые или закрытые

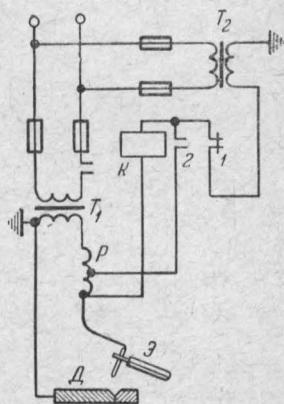


Рис. 43. Схема автоматического выключения сварочного трансформатора при разрыве дуги:

1 и *2* — блок-контакты контактора *К*; *Р* — реактор; *Э* — сварочный электрод; *Т*₁ — сварочный трансформатор; *Д* — свариваемая деталь; *Т*₂ — вспомогательный трансформатор.

диафрагмой), которые устанавливают между шлангом и газогенератором или между горелкой и шлангом. Принцип действия водяного затвора низкого давления показан на рисунке 44.

Для пайки свинца и других легкоплавких металлов обычно применяют вместо ацетиленового водородное пламя, обладающее восстановительным (а не окислительным) действием на металл. Водород получают либо из баллонов, либо из газогенератора, в котором взаимодей-

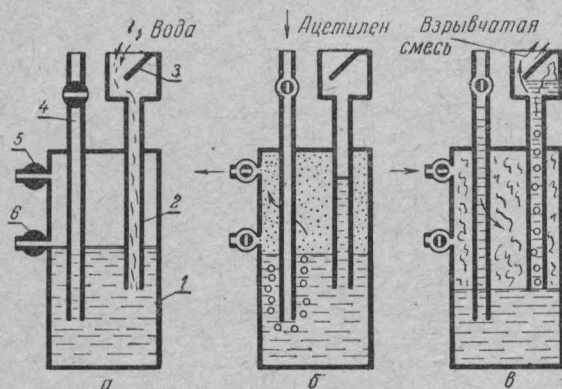


Рис. 44. Схема работы водяного затвора низкого давления:

а — наполнение затвора водой; б — нормальная работа затвора; в — момент обратного удара пламени; 1 — цилиндрический сосуд; 2 — предохранительная трубка; 3 — воронка с отбойником; 4 — газоподводящая трубка; 5 — кран; 6 — контрольный кран.

ствуют серная кислота со стальными или цинковыми стружками. В последнем случае водород с давлением 120—140 мм рт. ст. перед подачей в горелку смешивается с воздухом под давлением 2,5—3 атм, который можно получить под плавающим в воде колоколом с грузом. Для защиты от обратного удара пламени между горелкой и смесительной камерой применяют водяной затвор или предохранительную сетку, исправность которой ежемесячно проверяют.

При пайке свинца, латуни, бронзы и некоторых других цветных металлов, а также при сварке алюминия и оцинкованной стали необходимо защищаться от паров металла или флюса респиратором или фильтрующим противога-

зом. При сильном нагреве наконечника горелки ее надо погасить и охладить водой. Необходимо также периодически прочищать отверстие горелки тонкой медной проволокой, а у ацетиленовой горелки — латунной проволокой или конической деревянной, но не медной палочкой. Медь или латунь с содержанием меди более 70%, а также серебро при соприкосновении с ацетиленом образуют соединения, которые взрываются при нагреве до 100—120° С или при ударе и трении.

Ацетилен получают путем разложения водой карбида кальция, который берут не слишком мелкими кусками, иначе возможен взрыв газогенератора вследствие чрезмерно быстрой реакции с водой. Взрыв может произойти также при повышении температуры газогенератора из-за недостатка охлаждающей воды.

При перезарядке газогенератора внутрь него проникает воздух, который может образовать взрывчатую смесь с ацетиленом. Поэтому первые порции газа из генератора выпускают в воздух.

Ил разложившегося карбида занимает вдвое больший объем, чем сухой карбид, поэтому загрузочный ящик можно заполнять не больше чем наполовину, иначе ил может засорить трубки, отводящие газ или подводящие воду, что может привести к взрыву. Ил при перезарядке нужно выгружать в специальные ямы, наполненные водой и закрытые крышкой. При выгрузке ила пользуются резиновыми перчатками.

Карбид кальция хранят в барабанах из листового железа в сухих помещениях, но ни в коем случае не в подвалах.

Если генератор или затвор замерз, его отогревают водой или паром, но не открытым огнем.

Наиболее удобно пользоваться ацетиленом, водородом, кислородом из баллонов, которые и безопаснее, и легче транспортируются, чем газогенераторы. Нельзя только допускать ударов по баллонам, их падения или воздействия на них солнечных лучей. Кроме того, шланги, вентили и редукторы кислородных баллонов нужно предохранять от загрязнения жиром. Баллоны с кислородом, а при температуре ниже 0° С с ацетиленом или водородом можно использовать, пока давление в них не упадет до 0,5 атм. При более высокой температуре ацетиленовые баллоны эксплуатируют до большего давления, зависящего от

температуры. Если этого не соблюдать, при понижении температуры давление в баллоне может упасть настолько, что туда попадет воздух и образует взрывчатую смесь.

Давление газа перед подачей из баллона в шланг понижают газовым редуктором, снабженным двумя манометрами, которые показывают рабочее давление и давление в баллоне. Перед установкой редукторов на вентиль баллона проверяют, не загрязнены ли они жиром. Если редуктор загрязнен, его тщательно промывают дихлорэтаном или четыреххлористым углеродом, во избежание взрыва. Для пуска газа в редуктор нужно сначала открыть вентиль на горелке, потом медленно открыть наполоборота запорный вентиль баллона, а затем вывертывать регулирующий винт редуктора до момента, когда манометр покажет рабочее давление. При зажигании горелки в нее сначала пускают кислород, а потом открывают вентиль ацетилена и зажигают смесь. При зажигании резака сначала пускают подогревающий кислород, потом ацетилен, затем смесь зажигают и пускают струю режущего кислорода. Гашение происходит наоборот.

Нельзя выпускать горящую горелку из рук даже на короткое время, а также ходить с ней по лесам, трапам и т. д.

Сосуды сваривают при открытых пробках или люках. Перед сваркой или резкой сосудов из-под горючих жидкостей их промывают водным раствором каустической соды или тринатрийфосфата (80—120 г щелочи на 1 л воды). Промытые сосуды протирают и сушат. Сосуды из-под бензина продувают паром не менее 2 ч при емкости до 200 л или кипятят в них воду в течение 3 ч.

Каустическая сода (едкий натр) вредно действует на кожу и глаза, а также на одежду и обувь. Нужно при обращении с ней надевать резиновые фартук, перчатки и сапоги, а также брезентовый костюм с брюками навыпуск и очки.

Места пайки металла обезжиривают органическими растворителями (бензином, дихлорэтаном, трихлорэтиленом и др.) или едким натром и другими щелочными растворами. После обезжиривания изделия промывают в воде и протравливают раствором серной кислоты, если это нужно.

При пайке медных проводов травления кислотой не применяют, а используют в качестве флюса канифоль

или ее раствор в этиловом (винном) спирте. Применять для этой цели метиловый (древесный) спирт не следует, так как он весьма ядовит (смертельная доза 10—15 г), а по вкусу и запаху не отличается от винного. Метиловый спирт вредно действует на организм также при вдыхании его паров и при попадании его в кровь через кожу.

При пайке, лужении и очистке паяльника нашатырем выделяются вредные газы и пары, для удаления которых нужно применять местную отсасывающую вентиляцию.

При лужении детали погружением ее в олово нужно опасаться попадания в него влаги во избежание брызг. Детали нужно подогревать, и следует обязательно пользоваться защитными очками.

3. Безопасное использование ручного электрического и пневматического инструмента и ручных переносных ламп

Токоведущие части переносного электроинструмента или переносных ламп должны быть недоступны для случайного прикосновения, а напряжение инструмента — не выше 220 в в помещениях без повышенной опасности и не выше 36 в в остальных помещениях или вне помещений. Для уменьшения опасности и снижения веса инструмента целесообразно применять питание его повышенной частотой: 200 гц и выше.

Если нельзя работать электроинструментом при 36 в, допускается электроинструмент на 220 в, но при этом нужно пользоваться диэлектрическими перчатками и надежно заземлять корпус инструмента. Для такого заземления на корпусе имеется специальный зажим, а провод питания электроинструмента имеет заземляющую жилу. Если инструмент подключают к сети не непосредственно на зажимах распределительного щитка, а через штепсельную розетку, то эта розетка и штепсельная вилка должны иметь такую конструкцию, чтобы ошибочное включение заземляющего штырька вилки в гнездо под напряжением исключалось (например, заземляющий штырек вилки толще остальных или расположен между ними).

В месте ввода проводов в корпус электроинструмента или переносных ламп на провод надевают гибкие рукава или манжеты, позволяющие проводу изгибаться лишь по большому радиусу и предохраняющие изоляцию провода

от перетирания о край корпуса. В переносных электроинструментах используют шланговые провода, но можно применять многожильные гибкие провода (ПРГ) с изоляцией на напряжение не ниже 500 в, заключенные в резиновый шланг.

У переносных ручных светильников имеются рукоятка из изоляционного материала и решетка из толстой проволоки, защищающая лампу от ударов. С одной стороны лампы укреплен экран для защиты от слепящих лучей и крючок, позволяющий подвешивать лампу (рис. 45). Для переносных ламп в помещениях с повышенной опасностью используется напряжение не выше 36 в, а в особо опасных и вне помещений — не выше 12 в. Конструкция штепсельных вилок на 36 и 12 в не позволяет включать их в розетку на более высокое напряжение.

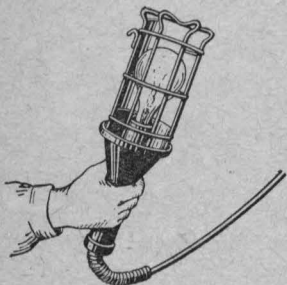


Рис. 45. Переносной ручной светильник.

При выдаче электроинструмента рабочему лицу с квалификацией по технике безопасности не ниже III группы проверяет мегомметром состояние изоляции электроинструмента и ручных электроламп, понижительных трансформаторов и

преобразователей частоты, а также отсутствие обрыва заземляющей жилы питающего провода. Работать с электроинструментом могут лица с квалификационной группой не ниже II, обученные безопасной работе с ним.

Если во время работы с электроинструментом рабочий почувствовал хотя бы слабое действие тока или заметил любую неисправность, электроинструмент нужно немедленно сдать в ремонт. Запрещается ремонтировать самостоятельно на месте работ электрифицированный инструмент или его провод и штепсельное соединение, потому что такой поспешный ремонт обычно бывает невысокого качества и приводит к травмам.

Нельзя поднимать электроинструмент за провод или за рабочий орган (сверло и т. д.). Провод питания электроинструмента или ручных ламп, а также шланги пневматического инструмента по возможности нужно подвешивать. Нельзя допускать их соприкосновения с горячими или масляными поверхностями, а также прокладывать

их по земле поперек проездов. Чтобы не пострадать от случайного вылета бойка или сверла из электрического или пневматического инструмента при нечаянном включении инструмента, надо вынимать боек при перерывах в работе.

4. Правила безопасности при работе с ядовитыми веществами

Кроме указанных выше правил обращения с вредными веществами, при электроремонтных работах нужно знать правила безопасного обращения с такими растворителями, как бензол, ксилол, толуол. Эти вещества широко применяются в качестве растворителей нитрокрасок, эмалей, различных клеев, лаков и мастик, часто используемых в электромашиностроении или электроаппаратостроении, в частности при изготовлении электроизоляционных материалов (микафолия, миканита, лакоткани) или обмоточных проводов, а также при пропитке секций обмоток или якорей.

Лица, постоянно работающие с красками, лаками и клеями, содержащими бензол, ксилол или толуол, проходят медосмотр перед приемом на работу и затем через каждые 6 месяцев с обязательным клиническим анализом крови, так как эти вещества отравляют органы кроветворения и нервную систему.

Все содержащие бензол краски, лаки и клеи должны иметь сертификат с указанием их состава. При работе с ними, в особенности при пульверизационной окраске нитрокрасками, необходимо применять местные отсосы воздуха или вытяжные шкафы; взамен удаленного в помещение должен вводиться свежий воздух, подогретый зимой. Принимать пищу в помещениях, где работают с веществами, содержащими бензол, запрещается.

При нанесении красок и лаков погружением в них применяют щипцы или другие приспособления, исключая загрязнение рук. Мыть руки с применением бензола, толуола, ксилола или растворяющих смесей, в которых они содержатся, запрещено. Для защиты кожи от случайного воздействия этих или других органических растворителей рекомендуются защитные мази типа пасты ИЭР. Их наносят на кожу вымытых с мылом и насухо вытертых кистей рук и втирают ладонью. Через несколько минут паста высыхает, образуя сухой защитный покров.

Работы, связанные с применением бакелитового лака, можно вести только с использованием резиновых или матерчатых напальчников и бинтов для бинтования кистей рук, а также с применением профилактической пасты ВНИОТ ВЦСПС или смеси медицинских глицерина и вазелина в пропорции 2 : 1. Бакелитовый лак нужно наносить кистью. Применять распылительные аппараты с зоной распыления более 10 мм запрещается.

При ремонте приборов и электрических аппаратов, содержащих ртуть (газовых реле, U-образных манометров, тягомеров, ртутных выпрямителей), следует иметь в виду, что ртуть—сильный яд. Ртуть в виде паров отравляет главным образом нервную систему, что вызывает нарушение сна, общую слабость, головные боли и другие явления. При большой концентрации паров, например, при падении нескольких капель ртути на раскаленный металл может наступить смертельное острое отравление. Металлическая ртуть, постепенно попадая в желудочно-кишечный тракт, отравляет печень, почки и другие органы.

Нельзя допускать разбрызгивания ртути по полу, попадания ее на одежду, пищу, руки. Нельзя оставлять ее в открытых сосудах, допускать соприкосновение ртути с цветными металлами или оцинкованным железом, с которыми она образует амальгамы, имеющие еще более вредные свойства.

Пролитую ртуть немедленно тщательно собирают резиновой грушей в сосуд с водой, стараясь, чтобы ртуть не оставалась в щелях пола, а мелкие пылевидные капельки осторожно заметают на совок. После этого пол несколько раз промывают раствором марганцовокислого калия, который окисляет поверхность оставшихся капелек ртути и препятствует ее испарению. Если пролито большое количество ртути, приходится производить так называемую демеркуризацию помещения. При этом или заполняют его на 40 ч сероводородом с концентрацией 0,5 мг/л или обрабатывают все помещение (включая стены и потолок) хлорным железом.

При большом объеме работ со ртутью, их следует выполнять в специально оборудованном помещении, где пол покрыт линолеумом без щелей с поднятыми краями, стены покрашены масляной краской до потолка, имеются вытяжные шкафы и столы с бортиками и уклоном к трубе, под которой стоит сосуд с водой. Люди, постоянно рабо-

тающие со ртутью, должны иметь 6-часовой рабочий день, получать спецмолоко и проходить медосмотр при поступлении на работу и через каждые 6 месяцев. Нельзя принимать пищу или курить в этом помещении, пользоваться там валенками, уносить домой спецодежду.

При эксплуатации вакуумметров и манометров с открытым сосудом, где присутствие влаги не допускается, вместо воды над ртутью должен быть слой (1—2 мм) чистого глицерина, который предохраняет ртуть от испарения. Во избежание утечки ртути из этих приборов при случайном нарушении их герметичности, в хвостовой их части имеются уловительные сосуды, заполненные водой. Чтобы предотвратить выброс ртути из вакуумметра, его закрывают, например, резиновой пробкой, сквозь которую для соединения с атмосферой выведена стеклянная трубка высотой 5—6 см. Хрупкие барометры и вакуумметры нужно устанавливать в ящиках без щелей с передней стеклянной крышкой.

Ниже приводятся предельно-допустимые концентрации (мг/м^3) некоторых ядовитых газов, паров и пыли в воздухе рабочей зоны производственного помещения:

| | |
|--|------|
| пары металлической ртути, пары или пыль свинца и его неорганических соединений | 0,01 |
| серная кислота или пыль, содержащая кварц | 2,0 |
| соляная кислота или сероводород | 10 |
| аммиак или сернистый газ | 20 |
| бензол или метиловый спирт | 50 |
| ацетон | 200 |
| бензин, керосин, трансформаторное масло | 300 |
| винный спирт | 1000 |

5. Лабораторно-практические занятия

Работа 1. Требования безопасности к инструменту и станкам

1. Предложенный студентам слесарный или переносный электрифицированный инструмент разделить на 2 группы: полностью соответствующий и не соответствующий правилам безопасности; указать, в чем состоит несоответствие.

2. Определить, подходят ли данные абразивные круги к установке на заточно-обдирочный станок с заданным числом оборотов и диаметром вала; правильно установить один из кругов.

3. Указать, какие мероприятия целесообразно провести, чтобы привести указанный станок устаревшей конструкции в соответствие с правилами безопасности (ограждения, блокировки, правильное устройство кнопок «Пуск» и «Стоп», оснащение стружкоотводчиком, местным вентиляционным отсосом, местным освещением и т. д.).

Работа 2. Определение необходимых мер безопасности при использовании материалов, вредных для здоровья

1. По заданным сертификатам изоляционных или пропиточных лаков, красок, эмалей, определить, какие их компоненты являются вредными для здоровья.

2. Указать меры безопасности, которые нужно соблюдать при работе с вредными веществами, указанными руководителем (каустическая сода, сульфат свинца, дихлорэтан, ртуть и т. д.).

Контрольные вопросы

1. Какие требования безопасности предъявляются к слесарному инструменту, к заточным станкам, к переносным ручным электрическим светильникам?

2. Что такое безопасный электрододержатель?

3. Как работает схема автоматического отключения сварочного трансформатора от сети при разрыве сварочной дуги?

4. Для чего применяется водяной затвор и как он устроен?

5. Какие правила безопасности нужно соблюдать при работе с ртутью или лаками, клеями, красками и эмалями, содержащими бензол, ксилол или толуол?

Глава V

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

1. Общие правила безопасности при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 в

Оперативным называется дежурный или оперативно-ремонтный персонал в установках без дежурных в отличие от ремонтного персонала, занятого лишь на ремонтных работах, или персонала специальных служб: электро-технической лаборатории, связи и др. Оперативный персонал осуществляет переключения и текущий уход за

установкой. Старший в смене или бригаде оперативного персонала, закрепленной за данной электроустановкой напряжением до 1000 в, или лицо, единолично обслуживающее такую установку, должны иметь квалификацию по технике безопасности не ниже III группы.

При осмотре под напряжением распределительных устройств, щитов, сборок, троллеев запрещается снимать предупредительные плакаты и ограждения, проникать за них, касаться токоведущих частей, устранять неисправности, если для этого необходимо приближение к токоведущим частям. Но оперативный персонал может единолично открывать для осмотра дверцы щитов, пультов управления, пусковых устройств. Нужно только не проводить каких-либо работ, кроме допускаемых для единоличного выполнения в порядке текущей эксплуатации.

О замеченных неисправностях, которые не разрешается устранять под напряжением единолично, следует сделать запись в эксплуатационном журнале и немедленно сообщить начальнику.

Операции с коммутационной аппаратурой может единолично выполнять оперативный персонал с квалификацией не ниже III группы. Если это делается с приставной лестницы или с подмостей, должен быть еще и помощник.

Включать электрифицированные станки или производственные механизмы с помощью пусковой электроаппаратуры разрешается работающим на этих станках или обслуживающим эти машины (токарям, работницам ферм и пр.) после получения инструктажа.

Кроме оперативной работы в действующих электроустановках, все другие работы в них в отношении мер безопасности разделяются на три категории:

а) при полном снятии напряжения — работа, которая производится на полностью отключенном оборудовании (распределительном щите, электродвигателе) при условии, что все неотключенные токоведущие части другого оборудования в том же помещении хорошо изолированы, или имеют прочные, наглухо закрытые ограждения, или находятся на таком расстоянии или высоте, что случайное прикосновение к ним работающих невозможно;

б) при частичном снятии напряжения — работа, производимая на отключенных частях оборудования, в то время как другие его части находятся под напряжением или когда напряжение с данного оборудования снято

полностью, но имеются в том же помещении неотключенные голые токоведущие части другого оборудования, доступные для случайного прикосновения;

в) без снятия напряжения — работа, выполняемая либо в условиях, исключающих приближение к токоведущим частям на опасное расстояние, либо непосредственно на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

При работах с полным или частичным снятием напряжения выполняют следующие **технические мероприятия безопасности**.

1. Отключают токоведущие части, на которых будут работать, а также те, которые могут быть доступны прикосновению при любом положении работающих (последние можно и не отключать, если они будут надежно ограждены щитками из сухих изолирующих материалов).

2. Вывешивают плакаты «Не включать — работают люди» на рукоятках всех отключающих аппаратов, при помощи которых может быть подано напряжение к месту работы.

3. Устанавливают временные изолирующие ограждения неотключенных токоведущих частей, доступных случайному прикосновению работающих. Ограждения сначала протирают сухой тряпкой и устанавливают в диэлектрических перчатках, стоя на изолирующем основании. На ограждениях вывешивают плакаты: «Стоять — опасно для жизни», «Под напряжением».

4. В установках напряжением выше 380 в присоединяют к заземляющей шине специальный переносный проводник с помощью струбины или «барашка», если он предусмотрен на заземляющей шине. Присоединять заземляющий проводник скруткой недопустимо.

5. Снимают постоянные ограждения токоведущих частей и убеждаются в отсутствии напряжения на каждой фазе относительно земли (на выключателе — со всех шести сторон). Делают проверку указателем напряжения или вольтметром, рассчитанным на линейное напряжение установки. Если оно не выше 230 в, можно воспользоваться контрольной лампой. Указатель напряжения, вольтметр или лампу непосредственно перед проверкой отсутствия напряжения тоже проверяют.

6. Накладывают на отключенные токоведущие части временное переносное заземление. При этом пользуются

диэлектрическими перчатками или специальными штангами, позволяющими не касаться токоведущих частей руками. Затем заземление надежно прикрепляют к токоведущим частям струбцинами. Токоведущие части заземляют на всех фазах со всех сторон, с которых к месту работ могло бы быть ошибочно подано напряжение, причем между этими частями и местом присоединения к ним заземления не должно быть каких-либо выключателей или предохранителей.

7. На месте работ вывешивают плакат: «Работать здесь».

Все перечисленные мероприятия в установках напряжением до 1000 в может единолично выполнять лицо оперативного персонала с квалификацией не ниже III группы, которое допускает к работе бригаду, или все это выполняет сам производитель работ с разрешения лица, отдающего распоряжение о работах.

Чтобы предупредить возможность случайной подачи напряжения на место работ с помощью аппаратов, имеющих дистанционное управление, нужно или вынуть из гнезд патроны плавких предохранителей в цепях дистанционного управления ими, или отключить концы включающей катушки. Чтобы напряжение не попало на место работ вследствие обратной трансформации, все силовые, измерительные или любые специальные трансформаторы, связанные с подготавливаемым к ремонту электрооборудованием, отключают со стороны высшего и низшего напряжения.

Временные ограждения нужно устанавливать с таким расчетом, чтобы они не препятствовали выходу персонала в случае возникновения опасности.

Проверять, нет ли напряжения на отключенных токоведущих частях, указателем напряжения, переносным вольтметром или контрольной лампой необходимо и в том случае, когда постоянно включенные лампы или вольтметры показывают, что напряжения нет. Также нельзя полагаться на сигнальные устройства, показывающие, что аппарат отключен, и на блокировки, которые должны не допускать открывания дверей или ограждения, если оборудование находится под напряжением. Все эти устройства нужно рассматривать только как вспомогательные, так как в момент проверки отсутствия напряжения они случайно могут оказаться неисправными или отключенными.

К организационным мероприятиям, обеспечивающим безопасность работающих в электроустановках напряжением до 1000 в, относятся следующие: а) оформление задания на работу; б) соблюдение определенной процедуры допуска ремонтного персонала к работе; в) надзор во время работы за соблюдением работающими правил электробезопасности; г) оформление окончания работы или перерывов в ней.

Работы в электроустановках напряжением до 1000 в выполняются или в порядке текущей эксплуатации (без распоряжения), или по устному (телефонному) распоряжению, или по письменному распоряжению с оформлением в «Журнале производства работ», а на электростанциях и подстанциях — по наряду, то есть по письменному распоряжению на особом бланке. Ремонтные работы, как правило, должны выполнять не один, а два-три человека. В установках напряжением до 1000 в производитель работ (бригадир) имеет квалификацию не ниже III группы.

В порядке текущей эксплуатации без распоряжений или заявок, но с записью в эксплуатационном журнале оперативный персонал может проводить следующие работы:

а) без снятия напряжения уборку помещений до ограждения, чистку и обтирку корпусов электрооборудования, токоведущие части которого находятся под напряжением, доливку масла в подшипники, уход за кольцами или коллекторами электрических машин, замену ламп или плавких предохранителей;

б) при полном снятии напряжения ремонт рубильников, магнитных пускателей и другой пусковой и коммутационной аппаратуры при установке ее вне щитов и сборок, а также небольшой ремонт отдельных токоприемников (электронагревателей, электродвигателей) и осветительной проводки. Указанные работы с полным снятием напряжения можно выполнять единолично, если ремонтируемый токоприемник или участок проводки отключается от частей под напряжением не менее чем двумя аппаратами, например рубильником и вынутыми патронами плавких предохранителей или рубильником непосредственно перед токоприемником и рубильником на щите.

Чтобы заменить сгоревшие вставки плавких предохранителей, нужно снять с них напряжение, отключив рубильник на том ответвлении, где сработал предохранитель.

тель. Если снять напряжение невозможно без отключения также и других ответвлений, то можно единолично менять плавкие вставки под напряжением, но сняв нагрузку (отключив рубильник ниже предохранителей). При этом нужно пользоваться очками и диэлектрическими перчатками или изолирующими клещами. При смене вставок с приставной лестницы нужен помощник.

Задание на работу, полученное устно или по телефону, а также заявку на работу от неэлектротехнического персонала оперативный персонал записывает в эксплуатационный журнал с указанием содержания распоряжения, места работы и от кого получено распоряжение или заявка. Работать по устному распоряжению можно на силовых сборках, осветительных щитах, панелях управления, защиты и сигнализации и на подъемно-транспортных механизмах, в том числе при частичном снятии напряжения, но в последнем случае — обязательно вдвоем.

По письменному распоряжению в установках напряжением до 1000 в выполняются работы по ремонту, монтажу, наладке и испытанию электрооборудования и приборов следующих объектов: а) распределительных устройств, распределительных щитов и сборок; б) воздушных и кабельных вводов и линий; в) электрических машин и трансформаторов, работа на которых по местным условиям особо опасна или важна; г) троллеев мостовых кранов. При авариях для ускорения их ликвидации эти работы разрешается выполнять и по устному или телефонному распоряжению.

В письменном распоряжении должны быть указаны: а) фамилия и инициалы производителя работ и членов его бригады, а также допускающего к работе; б) категория работы, то есть с полным или частичным снятием напряжения или без снятия; в) необходимые технические мероприятия, обеспечивающие безопасность; г) объем и содержание работы. Распоряжение подписывают, а журнал передают допускающему.

Отдающий распоряжение несет ответственность за правильную организацию работы, за достаточность указанных им мер, обеспечивающих безопасное ее выполнение, и за соответствие квалификационной группы назначенного им персонала характеру работ.

Допускающий к работе отвечает за выполнение необходимых для ее проведения мер безопасности в электри-

ческой части, а также за то, чтобы была невозможна подача напряжения на установку во время работы.

Допускающий бригаду к работе делает это следующим образом: а) проверяет по именным удостоверениям соответствие состава бригады указанному в распоряжении; б) указывает бригаде место работы, при ней доказывая отсутствие напряжения на токоведущих частях прикосновением к ним рукой; в) объясняет бригаде, какие токоведущие части установки остались под напряжением; г) сдает рабочее место производителю работ, подписывая вместе с ним отмеченное в журнале время начала работы.

Производитель работ непосредственно руководит работой, отвечает за ее выполнение, а также за подготовку рабочего места, за надлежащее инструктирование лиц, входящих в состав бригады, за допуск ее к работе и за соблюдение членами бригады правил безопасности.

Члены бригады отвечают за соблюдение лично ими правил безопасной работы. Когда работу выполняют строители, разнорабочие и прочие лица без электротехнических знаний, допускающий или производитель работ обязан проинструктировать их. Если по условиям работы возможно опасное приближение таких лиц к токоведущим частям, назначается лицо из персонала данной электроустановки, обязанное наблюдать за работающими и отвечающее за их электробезопасность. В этом случае распоряжение или наряд выписываются не на производителя работ, а на наблюдающего. Наблюдающему запрещается совмещать надзор с какой-либо другой работой или оставлять работающих без надзора хотя бы на короткое время.

Производитель работ может принимать непосредственное участие в работе при полном снятии напряжения, а при частичном — только с разрешения отдающего распоряжение. Допускается кратковременное отсутствие производителя работ без приостановки работы членов его бригады, если работы проводятся при полном снятии напряжения и если производитель работ назначает вместо себя старшего в бригаде.

Количество членов одной бригады должно быть не более трех, чтобы можно было обеспечить наблюдение одного производителя работ или наблюдающего за их безопасностью.

Отдающий распоряжение на работу или допускающий должен периодически проверять — соблюдение членами

бригад правил безопасности. При нарушении правил или появлении какой-либо опасности проверяющие имеют право снять бригаду с работы, сделав соответствующую отметку в журнале или наряде.

На работы, выполняемые без снятия напряжения и без подготовки рабочего места (измерение нагрузок, паспортизация оборудования, взятие проб масла, уборка помещений до ограждений и т. п.), может быть выписано одно общее распоряжение сроком на один день для поочередного выполнения работ в разных местах одного или нескольких помещений. Если эти работы выполняет оперативный персонал, письменного распоряжения не нужно.

При перерыве работ с частичным снятием напряжения или без снятия (например, на обед или на время грозы) снимать заземления, временные ограждения и плакаты запрещается. Возобновлять работы после перерыва можно только с разрешения производителя работ или допускающего, которые обязаны лично убедиться в сохранении безопасных условий работы.

После окончания работ включать оборудование под напряжение допускающий может только после осмотра места работ, убедившись, что работа выполнена, все люди выведены, инструмент и материалы убраны. После осмотра он снимает переносные заземления, проверяя, не забыто ли где-нибудь какое-либо из них, по записи в журнале или в наряде о местах установки заземлений, убирает плакаты и временные ограждения, ставит на место постоянные и включает установку. Если приемка работы предусматривает проверку сопротивления изоляции, ее делают до снятия временных ограждений и плакатов.

Если на отключенной электроустановке работает несколько бригад, включать установку можно только после того, как производители работы всех бригад письменно оформят окончание работы, а не по предварительной договоренности в заранее назначенное время.

Работы в условиях, исключающих случайное прикосновение к токоведущим частям, может выполнять единолично дежурный или персонал, закрепленный за данной установкой (уборщица, связист), а также под его руководством бригада до трех человек.

На неотключенных токоведущих частях в условиях нормальной эксплуатации допускаются следующие работы: измерение нагрузки токоизмерительными клещами,

нахождение слабого контакта, проверка нагрева контактов, отключение электросчетчиков или приборов от трансформатора тока, если имеется возможность предварительно шунтировать его вторичную обмотку на специальных зажимах.

Если невозможно снять напряжение в установках напряжением 500 в и ниже, допускаются и другие работы под напряжением. При этом необходимо работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке, в головном уборе, пользоваться инструментом с изолированными ручками или диэлектрическими перчатками, оградить соседние токоведущие части под напряжением или заземленные части изоляционным материалом (электрокартоном и пр.). Нельзя пользоваться ножовками, напильниками или металлическими метрами. Квалификация производителя таких работ должна быть не ниже IV группы.

Запрещается работать на неотключенных токоведущих частях, расположенных в помещениях особо сырых, или содержащих токоведущую пыль и едкие пары, или во взрывоопасных и в пожароопасных помещениях.

2. Общие правила безопасности при эксплуатации электроустановок напряжением выше 1000 в

Эти правила во многом повторяют правила безопасности для установок напряжением до 1000 в. Ниже приводятся только те правила, которые характерны лишь для установок напряжением выше 1000 в.

Квалификация оперативного персонала, единолично обслуживающего установки напряжением выше 1000 в, или старшего в смене должна быть не ниже IV группы.

Единолично осматривать такие установки могут лица административно-технического персонала V группы, указанные в списке, утвержденном главным инженером станции или района электрических сетей, а также лица оперативного персонала, обслуживающие данную установку, с квалификацией не ниже III группы. При единоличном осмотре запрещается проникать за ограждения или входить в камеры распределительных устройств (РУ). Если это необходимо, то при осмотре должно присутствовать второе лицо (не ниже III группы) и, кроме того, необходимо соблюдать определенные допустимые расстояния до

токоведущих частей, например не менее 0,7 м при напряжении до 15 кВ. Однако в тех РУ, где нижние фланцы изоляторов находятся на высоте не менее 2 м от пола, а неогражденные токоведущие части над проходом — на расстоянии не менее 2,75 м от пола при напряжении до 35 кВ, разрешается оперативному персоналу IV группы единоличный осмотр с заходом за ограждения в камеры РУ.

Нельзя приближаться к месту замыкания на землю или на заземленные конструкции ближе чем на 4—5 м в закрытых РУ или ближе чем на 8 м на открытых РУ до отключения поврежденного участка. Подойти ближе можно только для такого отключения или для оказания первой помощи пострадавшему, но при этом необходимо пользоваться диэлектрическими ботами, галошами, ковриками и т. п.

Лицо оперативного персонала, получившее устное или телефонное распоряжение о производстве переключений, должно повторить его (это позволяет отдающему распоряжение проверить, не ошибся ли он или получивший распоряжение), а затем записать распоряжение в оперативный журнал. Лицу, выполняющему переключения, может быть дано одновременно лишь одно задание. Переключения без распоряжения можно выполнять лишь для спасения попавшего под напряжение или в аварийных случаях.

При подготовке места работ проводят те же технические и организационные мероприятия безопасности, что и в электроустановках напряжением до 1000 В, но в отличие от них единолично производить оперативные переключения в схемах (включение и отключение выключателей и разъединителей) как в порядке текущей эксплуатации, так и при подготовке места ремонтных работ разрешается только при условии, что имеется блокировка от неправильных действий с разъединителями под нагрузкой, а если блокировки нет, то при условии, что дежурный будет пользоваться так называемым бланком переключений. Если нет блокировки, а в смене дежурят двое, то выполнять оперативные переключения и при использовании бланков переключений нужно вдвоем. Кроме того, при подготовке места работ наложение обычного временного переносного заземления на токоведущие части и снятие его после окончания работ обязательно выполняют вдвоем. Единолично можно заземлять установку только заземляющими ножами разъединителей с механическим

приводом или с помощью специальной изоляционной штанги, которая позволяет закрепить заземление на токоведущих частях, не касаясь их руками.

Бланк переключений заполняет лицо оперативного персонала, получившее распоряжение о переключениях, для того чтобы заранее продумать и наметить правильную последовательность операций с выключателями и разъединителями во время переключений, операций по установке заземления и т. д. При выполнении переключений вдвоем их непосредственно выполняет второе лицо (с квалификацией не ниже III группы), а первое лицо (не ниже IV группы) контролирует правильность операций и их последовательность, сверяясь с бланком переключений. Ответственность за проведение операций несут оба лица, выполняющие переключения. Поэтому до начала переключений старший должен объяснить второму лицу порядок выполнения операций по оперативной схеме установки.

Бланк переключений подписывают оба лица, выполняющие переключения. Если переключения по бланку выполняются единолично, его должен проверить по телефону отдавший распоряжение. Его фамилию составитель бланка вписывает в графу «Лицо контролирующее».

Во время ликвидации аварий переключения выполняют без наряда и без бланка переключений с последующей записью произведенных операций в оперативном журнале. Ремонтные работы при авариях выполняют не менее чем двое, с соблюдением всех технических мероприятий безопасности.

Если есть сомнения в правильности распоряжения или намеченного порядка операций, оперативный персонал должен приостановить переключения и заявить о сомнениях лицу, отдавшему распоряжение. Если во время выполнения переключений обнаружится неисправность блокировки выключателя с разъединителем, об этом следует сообщить старшему дежурному (дежурному инженеру, диспетчеру энергосистемы и пр.), и лишь с его разрешения можно временно вывести блокировку из работы и продолжать переключения.

Отключенные для работ токоведущие части нужно обязательно отделить от частей, находящихся под напряжением, видимым разрывом цепи, а не только выключателями, у которых контакты не видны.

При подготовке места работы отключают не только те токоведущие части, где будет проводиться работа, но и те токоведущие части, к которым возможно случайное приближение на расстояние, указанное выше, как минимально допустимое при осмотрах. Если такие токоведущие части не могут быть отключены, то их ограждают, причем расстояние между ограждением и токоведущими частями должно быть не менее определенного, например 0,35 м при номинальном напряжении до 15 кВ включительно.

В установках 15 кВ и ниже в случае особой необходимости ограждение может касаться частей под напряжением. Такие ограждения (жесткие изолирующие накладки, резиновые колпаки) нужно ежегодно осматривать и, кроме того, испытывать. Перед использованием такие ограждения очищают от пыли сухой тряпкой. Устанавливают их, пользуясь диэлектрическими перчатками, клещами, штангами, изоляционной подставкой, в присутствии второго лица.

На временных ограждениях вывешивают плакаты: «Стоять — высокое напряжение». В закрытых РУ на ограждениях ячеек, соседних с местом работ и противоположных, вывешивают такие же плакаты.

При работе на открытых подстанциях с земли место работ ограждают канатом с предупредительными плакатами на нем, обращенными надписями внутрь огражденного пространства. При работе на порталах и тому подобных конструкциях на них укрепляют плакат: «Влезать здесь», а на соседних конструкциях: «Не влезай — убьет».

В установках напряжением выше 1000 В работа считается выполняемой с полным снятием напряжения только тогда, когда со всех токоведущих частей напряжением выше 1000 В в данном помещении или на открытой установке напряжение снято и нет незапертого входа в соседнее помещение или на открытую часть подстанции, где имеются токоведущие части под напряжением выше 1000 В. Сборки напряжением до 1000 В, расположенные в том помещении, где ведутся работы, могут оставаться под напряжением.

В установках напряжением выше 1000 В пользоваться указателем напряжения нужно в диэлектрических перчатках. В РУ напряжением 35 кВ и выше можно использовать в качестве указателя изолирующую штангу: при поднесении ее к токоведущей части под напряжением на

штангу проскакивает искра и слышится треск. В сырую погоду на открытых РУ пользоваться указателем напряжения или штангой нельзя. Убедиться в отсутствии напряжения в этом случае разрешается путем тщательной проверки схемы и внешним осмотром.

Кроме лиц, ответственных за безопасность работ, указанных в параграфе 1 настоящей главы, в установках напряжением выше 1000 в может быть еще ответственный руководитель работ с квалификационной группой V. Он назначается по усмотрению выдающего наряд при большом объеме работ, или особой их сложности, или при комплектовании двух и более бригад. Ответственный руководитель определяет численный состав бригады и квалификацию включенных в нее лиц. Он отвечает за достаточность этой квалификации и, принимая рабочее место от допускающего, отвечает наравне с ним за проведение необходимых технических мероприятий безопасности.

Лицо, выдающее наряд в установках напряжением выше 1000 в, отвечает за необходимость работы и возможность безопасного ее выполнения, а также за достаточность квалификации ответственного руководителя, производителя работ и наблюдающего. За квалификацию остальных членов бригады выдающий наряд отвечает только в случае, если он изменил состав бригады, назначенный ответственным руководителем, или если ответственный руководитель не назначался.

Если производителю работ в установке напряжением выше 1000 в (или наблюдающему) необходимо отлучиться и на это время его не может заменить ответственный руководитель, нужно на время отсутствия вывести бригаду из помещения и запереть за собой дверь. Однако при необходимости одиночным членам бригады с квалификацией не ниже III группы разрешается одновременно работать в разных помещениях установок напряжением выше 1000 в (прозванивать цепи, регулировать выключатель и его привод и т. п.).

Распоряжение на работу в электроустановке напряжением выше 1000 в выдается в виде наряда, который пишут в двух экземплярах чернилами или химическим карандашом под копирку. Один экземпляр наряда находится у производителя работ, а второй у допускающего или у лица, выдавшего наряд, если производитель работ и допускающий — это одно и то же лицо оперативно-

ремонтного персонала. Наряд выдается на срок не более 6 дней, на одного производителя работ, на одну бригаду, и, как правило, на одно присоединение, то есть на электрическую цепь одного назначения и наименования, состоящую из оборудования, присоединенного к сборно-распределительным шинам и находящегося в пределах подстанции или РУ (цепь отходящей линии, трансформатора и т. п.).

Наряд можно передавать по телефону, причем один экземпляр заполняет выдающий наряд и еще два — принимающее телефонограмму старшее лицо оперативного персонала. Текст, записанный принимающим, обязательно проверяет передающий.

После окончания рабочего дня убирают только ограждения из проходов, остальные ограждения, заземления и плакаты остаются. Наряд сдают оперативному персоналу. На следующий день бригаду допускают к работе как и в первый раз, но присутствие ответственного руководителя при этом необязательно.

Без снятия напряжения можно кратковременно работать (не менее чем двум лицам и по наряду) вблизи токоведущих частей или непосредственно на них при соблюдении между работающими и токоведущими частями упомянутых выше безопасных расстояний. При работе с токоизмерительными или изолирующими клещами, с измерительными штангами и с указателями напряжения можно приближаться и на меньшее расстояние к частям, находящимся под напряжением, если эти части расположены только перед работающим и с одной из боковых сторон.

Выполнять работы без снятия напряжения с лестницы можно только в случае, если лестница отвечает требованиям безопасности, поддерживается внизу другим рабочим и установлена так, что возможность опасного приближения к токоведущим частям под напряжением исключается даже при случайном падении человека.

3. Правила безопасности при эксплуатации и ремонте воздушных линий напряжением до 110 кВ

Для того чтобы воздушная линия не представляла опасности для населения и животных, ее нужно строить в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», в частности она должна иметь провода и опоры по

крайней мере минимально необходимых по условию механической прочности диаметров, а расстояние от нижней точки провода в пролете до земли (габарит линии) в населенной местности для линии напряжением 1—110 кВ — 7 м, в ненаселенной — 6 м, в труднодоступной (горы, болота) — 4,5 м (для линий 1—20 кВ) и 5 м (для линий 35—110 кВ). Для линий напряжением менее 1000 в эти расстояния соответственно равны: 6; 5 и 4 м, а на ответвлениях к вводам в здания в сельской местности — 2,75 м.

Воздушные линии под напряжением могут обходить и осматривать единолично и без наряда лица с квалификацией не ниже II группы. При этом следует всегда считать, что линия под напряжением. Во время осмотра подниматься на опоры или конструкции мачтовых подстанций и разъединительных пунктов запрещается. Ночью обходчику следует идти по краю трассы, чтобы не попасть под напряжение при обрыве провода.

Обнаружив оборвавшийся или сильно провисший провод, любой электрик должен принять меры для предотвращения опасного приближения людей к проводу. Если провод касается земли, то нельзя подходить к нему ближе 5 м при напряжении линии 1—20 кВ или ближе 8 м при напряжении 35 и 110 кВ. Нужно объяснить это местным жителям и, поставив охрану, немедленно сообщить о месте обрыва в ближайший участок района электрических сетей или на электростанцию. Если провод оборвался в ненаселенной местности, надо снять с ближайших опор 2—3 плаката, предупреждающих об опасности, и укрепить их на палках вокруг места обрыва. Сообщив об обрыве провода, надо вернуться на место обрыва и дожидаться приезда ремонтной бригады.

Работы на сельских воздушных линиях напряжением выше 1000 в в отношении мер безопасности могут быть разбиты на следующие категории: а) работы на отключенных линиях; б) на линиях, находящихся под напряжением; в) на линиях, расположенных вблизи других действующих линий напряжением выше 1000 в.

Для работ на отключенной линии отключение делают с обеих сторон выключателями и разъединителями, а линию заземляют по концам. На приводах разъединителей вывешивают плакаты: «Не включать — работа на линии».

На месте работ заземление не устанавливают, когда работы выполняются хотя и с подъемом на опору выше 3 м от земли, но не доходя 2 м до уровня нижних проводов, и при условии, что исключается возможность прикосновения или приближения на опасное расстояние к проводам и изоляторам инструментами или приспособлениями. Если же работы ведутся ближе к проводам или при соприкосновении с ними, но без их разрыва, то устанавливают один комплект заземлений на всех трех фазах линии возможно ближе к месту работ (на опоре, где ведутся работы, или на ближайшей к ней). В случае, когда при работе провода приходится разрезать, заземления устанавливают по обе стороны от разрыва.

Если деревянная или железобетонная опора имеет заземляющий спуск, то нижний конец заземления присоединяют к нему, а если спуска нет, то к металлическому стержню, забитому в землю на глубину 0,5—1 м.

Непосредственно перед наложением заземления нужно убедиться в отсутствии на линии напряжения с помощью указателя на 10 кВ, рабочая часть которого с пристроенным искровым промежутком навинчивается на изолирующую штангу соответствующего напряжения. В сырую погоду пользоваться указателем нельзя, а убедиться, что это и есть линия, с которой снято напряжение, разрешается по обозначениям на опорах, по их конструкции, по отсутствию короны.

По наряду на линиях напряжением выше 1000 в выполняют все работы со снятием напряжения и те работы без снятия напряжения, которые связаны либо с подъемом на опору выше 3 м от земли, либо с разборкой конструктивных элементов опоры, либо с прикосновением к проводу или изоляторам.

Работы без подъема на опору или с подъемом не выше 3 м от земли как на отключенных, так и на неотключенных линиях выполняют без наряда по устному распоряжению, если не нужно разбирать конструктивные элементы опоры (проверка степени загнивания пасынков, подтяжка ослабевших байдажей, установка предупредительных плакатов). Эти работы может выполнять одно лицо с квалификацией не ниже II группы, если не требуется подъем на опору, или III группы, если требуется. На линиях напряжением до 1000 в для этого достаточно II группы, а при III группе разрешается подниматься

и выше 3 м для единоличной смены на деревянной опоре перегоревших пробок плавких предохранителей или ламп, если они расположены ниже фазовых проводов. Работающий стоит на обоих когтях (не на приставной лестнице), прикрепившись к опоре предохранительным поясом, и пользуется диэлектрическими перчатками.

Работа со снятием напряжения с линии может быть начата лишь после получения производителем работ разрешения от оперативного персонала, отключающего линию, или от ответственного руководителя. Это разрешение может быть получено одновременно с получением наряда, если к этому моменту линия уже отключена и заземлена, или позднее: лично, по телефону (с обратной проверкой) или запиской с нарочным. В наряде должно быть указано, от кого и как будет дано разрешение приступить к работе. Когда получено разрешение, производитель работ делает отметку в наряде. Запрещается выдавать разрешение на начало работ на еще не отключенной линии, заранее обусловив час, с которого линия будет подготовлена к работе.

Производитель работ должен осуществлять непрерывный надзор за бригадой, поэтому участок работ бригады должен быть не длиннее 2 км, а если производитель работ сам работает в бригаде, то не длиннее одного промежуточного пролета, чтобы вся бригада была в поле его зрения.

При уходе бригады на обед или при других перерывах в течение дня заземления не снимают. Если при этом на месте работ остаются поднятые, но не установленные окончательно опоры, подъемные и тяговые механизмы под нагрузкой или открытые котлованы, то нужно оставить члена бригады, который бы не допускал посторонних лиц или животных на место работ.

После окончания работ производитель работ, проверив отсутствие на опорах, проводах или гирляндах забытого инструмента или материалов и удалив бригаду, дает команду снять заземления, а затем закрывает наряд (делает отметку в нем и сдает наряд лицу, которое его выдало). Об окончании работ он извещает ответственного руководителя или оперативный персонал, от которого получил разрешение на производство работ, одним из тех способов, что и при получении разрешения.

Работы с подъемом на опору выше 3 м от земли, но не доходя 2 м до уровня нижних проводов не требуют снятия с них напряжения (замена пасынков, распорок,

раскосов). Производитель таких работ при напряжении выше 1000 в должен иметь квалификацию не ниже IV группы. Если же не производится разборка конструктивных частей опоры (например выполняется только окраска нижней части металлической опоры или укрепление на опоре растяжек и т. д.), то производитель работ может иметь III группу.

При установке или замене приставок одностоечную опору или ногу П-образной опоры, на которой ставится приставка, поддерживают ухватами или закрепляют растяжками. Под нижний конец опоры подкладывают брус, который предохраняет ее от опускания. При вытаскивании из котлована заменяемой приставки или при опускании новой запрещается кому-либо находиться в котловане.

К работам с подъемом до верха опоры и работам на проводе без снятия напряжения с линии относятся следующие: а) верховой осмотр опор, провода, грозозащитного троса, изоляторов, арматуры; б) ремонт их и замена; в) выправка опор; г) установка и снятие трубчатых разрядников; д) антисептическая обработка древесины верхней части опор, окраска верхней части опор и троса; е) работы с измерительными штангами.

Такие работы без снятия напряжения разрешается проводить, если между проводом и осью стойки деревянной опоры или телом железобетонной или металлической опоры обеспечивается расстояние не менее 1,5 м для линии напряжением 110 кВ и ниже. На линиях 35 кВ и ниже допускается и 1 м при условии применения съемных сплошных жестких ограждений из изоляционного материала, препятствующих прикосновению работающего к проводу и изоляторам.

Многие линии 35 кВ на одностоечных опорах и все линии напряжением 6—10 кВ имеют расстояние от провода до оси опоры меньше 1 м. Однако в последнее время разработаны методы ремонта таких линий с прикосновением к проводам под напряжением. До начала работ для предотвращения замыкания во время работы между фазами или фазой и землей провода двух фаз отводятся от стойки опоры на 1,5—2 м специальными изоляционными штангами. Для этого вязка проводов на штыревых изоляторах снимается монтером, стоящим на изоляционной площадке, после того как на стойку или на траверсу, где закреплен изолятор, надевается специальное ограждение в виде

раскрывающегося короба, из которого высовывается только верх изолятора. Это предохраняет от прикосновения провода или человека к крюкам, штырям или к опоре, то есть от однофазного замыкания на землю.

Бригады для работ с подъемом до верха опоры на линии, остающейся под напряжением, комплектуют из специально обученных лиц с квалификацией IV группы. При проверке практического знания приемов безопасной работы под напряжением в именное удостоверение вклеивают специальный вкладыш, в котором указывается, к каким работам и в качестве кого допускается это лицо.

Производитель работ с подъемом до верха опоры линии под напряжением должен иметь квалификацию не ниже IV группы и стаж работы электромонтером на воздушных линиях напряжением выше 1000 в не менее 3 лет. Он обязан непрерывно следить за соблюдением членами бригады правил безопасности, причем бригада его должна работать не более чем на трех смежных опорах одновременно. В момент выполнения наиболее ответственных операций производитель работ должен находиться у той опоры, где они производятся.

Применять при этих работах стальные рулетки и метры нельзя, а стальные канаты допускаются только в случае, если невозможно использовать хлопчатобумажные или капроновые, и с соблюдением специальных условий. Сечение хлопчатобумажных канатов должно быть таким, чтобы при данном весе груза напряжение материала каната не превышало 1 кг/мм^2 , если сечение определять по наружному диаметру (без вычета пустот). Грузовые канаты, оттяжки и т. п. располагают, как правило, вдоль линии, а не поперек. Подавать на верх опоры и спускать с нее приспособления, инструмент и детали опор можно только по бесконечному канату (соединенному в кольцо). Вместо цепи на монтерском поясе должен быть хлопчатобумажный или кожаный ремень, или хлопчатобумажная веревка диаметром не менее 12 мм, или капроновый канат диаметром не менее 10 мм. При работе на деревянной траверсе, на случай ее излома, прикрепляются поясом к стойке опоры.

Работая на опоре, монтер не должен касаться изоляторов гирлянды или ограждений, сам приближаться или подносить инструмент к проводу ближе чем на определенное расстояние, например 0,6 м при напряжении 35 кВ

и ниже. Исключение составляет работа по перецепке (замене) гирлянд изоляторов, причем на линиях, например, напряжением 110 кВ и выше можно касаться первого и второго изолятора от траверсы при условии, что в гирлянде не менее четырех исправных изоляторов. Это проверяется перед началом работ при помощи измерительной штанги. Работы на проводах линий под напряжением с применением устройств, изолирующих работающего от земли, разрешаются лишь при соблюдении таких же наименьших расстояний от работающего при любом его положении до заземленных частей или до других фаз. Находясь на изолирующем устройстве (рис. 46), нельзя касаться шапок изоляторов в гирлянде и других деталей, находящихся под иным потенциалом, чем провод, с которым соединена изолирующая площадка. Соединять и разъединять различные участки провода между собой следует в диэлектрических перчатках.

Заменять подвесные и натяжные зажимы или перецеплять провод у гирлянды под напряжением можно только при наличии в гирлянде на линии 35 кВ не менее одного исправного изолятора (из двух-трех), если неисправен ближайший к проводу изолятор.

Работы вблизи других действующих воздушных линий электропередачи напряжением выше 1000 В — это работы на участках пересечения или на участках, проходящих на длине не менее 2 км параллельно линии 110 кВ на расстоянии от нее менее 100 м или на расстоянии менее 150 м при напряжении параллельной линии 154—220 кВ. При этих работах требования к производителю работ те же, что и при работах на проводе под напряжением, но члены бригады могут иметь и III группу, а при окраске или антисептировании верхней части опор — II группу.

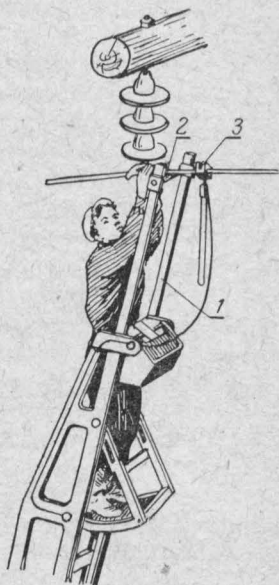


Рис. 46. Отцепка провода от гирлянды:

1 — выдвижная рама; 2 — валик выдвижной рамы; 3 — контактный зажим.

Работы, при которых может произойти падение или сильное провисание провода в пролетах пересечения с другой действующей линией напряжением выше 1000 в (например, работы по отцепке или перецепке проводов), допускаются без отключения второй линии только в том случае, когда провода ремонтируемой линии проходят под проводами линии, оставшейся под напряжением.

Работая с железобетонной опоры на тросе или проводе, находящемся в зоне влияния линии, нужно устанавливать шунтирующую перемычку между проводом и опорой или заземляющим спуском для выравнивания потенциала. Работать на проводе или тросе отключенной линии, находящейся в зоне влияния, можно только с применением изолирующих устройств и приспособлений, рассчитанных на максимальное напряжение, которое может быть наведено на проводах отключенной линии. В этом случае линия не заземляется и считается под напряжением. Прежде чем разрезать провод отключенной линии в зоне влияния другой линии, его нужно предварительно шунтировать в месте разреза. При замене или монтаже провода или троса их нужно заземлить или в одном месте, если они находятся в зоне влияния, или с обеих сторон, если они на переходе.

Опуская на землю провода или тросы, находящиеся в зоне влияния другой линии в населенной местности или у дорог с большим движением, нужно принять меры, предупреждающие приближение к проводу посторонних лиц и животных. Работы, связанные с прикосновением к такому проводу или тросу, допускаются только с применением изолирующих средств или с металлической площадки, соединенной с проводом (тросом) для выравнивания потенциалов. Нужно соблюдать определенные наименьшие расстояния от стальных канатов до проводов линии, остающейся под напряжением, например от боковых расчалок при 35 кВ — 4 м. Возможность приближения на меньшие расстояния при обрыве канатов или вырывании якорей расчалок должна быть исключена путем применения контррасчалок. Если же приближение стальных канатов к проводам действующей линии не исключается полностью, лебедки надо заземлить.

При эксплуатации воздушных (столбовых) понижающих подстанций или переключательных пунктов, к которым подходит не более трех линий, в отличие от

других элементов электроустановок напряжением выше 1000 в, переключения может делать одно лицо III группы (а не IV), если схема объекта проста и наглядна, разъединители на нем имеют механический привод и переключающий работает в диэлектрических перчатках. Такие переключения разрешается производить с опоры при условии, что расстояние от монтера до наинизшей токоведущей части не менее 3 м. Для предохранения от случайного обратного включения линии под напряжение приводы разъединителей на переключательных пунктах закрывают на замок.

Нельзя делать переключения и менять предохранители во время грозы или при ее приближении. В виде исключения можно отключить разъединители на отпайках линии, аварийно отключившейся во время грозы. В сырую погоду предохранители можно менять только при снятом напряжении.

Любая работа с подъемом на верхнюю площадку подстанции, включая осмотр, выполняется по наряду двумя лицами с квалификацией не ниже IV и III групп. Подготовка к таким работам идет в следующем порядке.

1. Открывают ящик распределительного щита низкого напряжения и рубильниками снимают нагрузку с трансформатора. Это необходимо для того, чтобы потом можно было разъединителем отключить трансформатор от линии. Кроме того, это гарантирует от случайной обратной трансформации со стороны низкого напряжения на первичную обмотку.

2. Вынимают патроны низковольтных предохранителей.

3. Надев диэлектрические перчатки и галоши, отключают разъединитель и проверяют положение ножей разъединителя осмотром с земли (все ли отключились).

4. Отпирают и раскладывают лестницу.

5. Запирают ящик распределительного щитка и рукоятку привода разъединителя, если она помещается снаружи ящика. Ключи забирает с собой тот, кто поднимается вверх.

6. С помощью указателя напряжения убеждаются в отсутствии напряжения на всех фазах трансформатора.

7. Вынимают патроны высоковольтных предохранителей.

8. Присоединив заземляющий конец переносного заземляющего проводника к заземляющему спуску подстан-

ции, накладывают заземление на верхние зажимы предохранителей, пользуясь диэлектрическими перчатками.

Если нужно подниматься выше верхней площадки подстанции (например, для смены трубчатых разрядников), то нужно отключить не только подстанцию, но и линию. На линию накладывают заземление после ее отключения и проверки отсутствия напряжения.

4. Правила безопасности при эксплуатации генераторов и электродвигателей

Рабочее место в цепи статора остановленного генератора готовят так же, как и на любом другом оборудовании, но вывешивают плакаты: «Не включать — работают люди» не только на ключах управления и приводах выключателей и разъединителей, но и у пускового ящика валоповоротного устройства и на синхронизационных гнездах. Обязательно снимают предохранители со вторичной стороны трансформаторов напряжения, присоединенных к цепи этого генератора.

Вращающийся генератор, даже не возбужденный, рассматривается как находящийся под напряжением. Работать в цепях статора такого генератора нельзя. Исключение составляют измерения величины остаточного напряжения, активного сопротивления обмоток и тому подобные работы, которые выполняются персоналом электротехнической лаборатории не менее чем двумя лицами (V и III групп), по наряду или по устному распоряжению, но под наблюдением оперативного персонала.

Замену щеток вращающегося генератора или электродвигателя, уход за ними или шлифование колец ротора при помощи изолирующих колодок могут единолично выполнять без наряда в порядке текущей эксплуатации специально прикрепленные для этого лица или оперативный персонал. При этом нельзя одновременно касаться руками токоведущих частей разных полярностей или токоведущих и заземленных частей, следует пользоваться диэлектрическими галошами, инструментом с изолирующими рукоятками. Вместо галош можно использовать диэлектрические коврики. Нужно заботиться, чтобы обтирочный материал или одежда не были захвачены валом машины. Следует надевать нарукавники, плотно обтягивающие руки у запястья. При обточке или шлифовании

коллектора или колец нужно пользоваться защитными очками. Никакие другие работы в цепях вращающихся электродвигателей и на их аппаратуре не разрешаются, за исключением работ в цепи реостата ротора при поднятых щетках или полностью выведенном регулировочном реостате, выполняемых в диэлектрических перчатках и галошах или стоя на резиновом коврике с использованием инструмента с изолированными рукоятками.

При ремонтных работах на механической части электродвигателя или механизма, приводимого им в движение, двигатель отключают, а на рукоятку выключателя вешают предупредительный плакат. Если при этих работах возможно соприкосновение с вращающимися частями двигателя или механизма, то, кроме выключателя, отключают еще и разъединитель (или вынимают вставки предохранителей). Кроме вывешивания плакатов, при этом нужно закрыть на замок приводы или снять рукоятки с них и, чтобы предотвратить вращение двигателя со стороны насоса, закрыть соответствующие задвижки, перевязать их цепью или заклинить и вывесить на них предупредительные плакаты.

Выводы обмоток и кабельные воронки электродвигателей следует ограждать. Ограждения нужно ставить так, чтобы их невозможно было снять без отвертывания гаек ключом или вывинчивания винтов отверткой. Запрещается снимать во время работы эти ограждения, а также ограждения движущихся частей (конец вала, шкив, муфта). Корпуса электродвигателей и пусковой аппаратуры необходимо заземлять.

Операции с пусковыми устройствами двигателей напряжением выше 1000 в, имеющими ручное управление, нужно выполнять в диэлектрических перчатках, стоя на изолирующей подставке. Женщины при обслуживании генераторов и электродвигателей должны надевать головной убор и спецодежду с брюками.

5. Правила безопасности при измерениях, испытаниях и приемке установок в эксплуатацию

Все работы, связанные с измерениями переносными приборами, мегомметром, токоизмерительными клещами и т. д., в установках напряжением до 1000 в выполняются одним лицом не ниже III группы по устным распоряже-

ниям, кроме работы в РУ, на распределительных щитах и магистральных шинопроводах, где должны работать двое с записью работ в журнале. Измерения на столбах воздушных линий напряжением до 1000 в можно выполнять единолично, стоя на когтях и прикрепившись предохранительным поясом к опоре (а не с лестницы).

Измерения мегомметром в установках напряжением более 1000 в или испытания высоким напряжением производят двое (IV и III групп). В бригаду можно включать лиц II группы для расшивки испытуемого оборудования и т. п. работ. На отключенном электродвигателе измерения мегомметром может единолично делать лицо III группы по устному распоряжению. Испытания отключенного двигателя на специальной установке высоким напряжением ($1,5U_n$) выполняет одно лицо IV группы без наряда. Кроме того, измерения мегомметром могут выполняться без отдельного оформления по распоряжению производителя работ членами бригады на участке работ или по устному распоряжению с записью в журнал, как самостоятельная работа, выполняемая оперативным персоналом или под его наблюдением.

Перед началом работ с мегомметром нужно запретить окружающим касаться частей, к которым он подключается. Измерения мегомметрами на воздушных линиях запрещаются во время грозы или при ее приближении, а также в зоне влияния других линий.

При проверке изоляции мегомметром и в других случаях, когда необходимо снять заземление токоведущих частей, это допускается сделать на время работы после того, как рабочее место будет подготовлено полностью (с установкой заземления). Закончив эту работу и переходя к другим работам, заземление нужно вновь наложить. Выдающий наряд должен указать, откуда должны быть сняты заземления и почему.

Измерять сопротивления заземлений опор можно без снятия напряжения с линии, но тогда отключать заземляющий спуск грозозащитного троса от заземлителя до измерения и присоединять его обратно следует в диэлектрических перчатках.

Присоединять и отключать вольтметры, переносные трансформаторы напряжения и другие приборы, не требующие разрыва первичной цепи, допускается под напряжением до 10 кВ при условии применения проводов с высо-

кой изоляцией (типа магнето) и специальных наконечников с изолирующими рукоятками. От места захвата рукоятки до ввода в нее провода ее длина должна быть не менее 200 мм, а от захвата до конца, присоединяемого к установке под напряжением, — не менее 500 мм. Такое подсоединение, а также измерение токов клещами можно выполнять, только пользуясь очками, диэлектрическими перчатками и галошами или изолирующей подставкой. Во время измерения клещами их следует держать на весу.

Измерения переносными приборами без снятия напряжения выше 1000 в нужно выполнять по наряду. Это могут делать два лица с квалификацией V группы у первого и не ниже III группы у второго. Измерения токоизмерительными клещами или измерительными штангами выполняют два лица (IV и III групп) по наряду. Оперативному персоналу или лицам под его наблюдением разрешается работать с токоизмерительными клещами без наряда, по устному распоряжению с записью в оперативном журнале.

С измерительными штангами нельзя работать во время дождя или тумана, увлажняющего изоляцию штанги. Нельзя брать штангу выше ограничительного кольца. Подниматься на опору, высокий портал и т. д. нужно без штанги, а ее следует поднимать на канате в вертикальном положении во избежание царапин. Нельзя допускать прикосновения изоляционных и измерительных штанг к антисептированным деталям опор. Если пропиточная масса все же попадает на штангу, ее следует удалить сухой мягкой тряпкой, слегка смоченной в бензине, стараясь не повредить лаковый покров.

Место испытаний высоким напряжением и соединительные провода, которые при испытании окажутся под испытательным напряжением, необходимо оградить (щитами, канатом) от доступа посторонних лиц или у места испытаний поставить наблюдающего. Перед подачей испытательного напряжения производитель работ лично убеждается, что это безопасно, и предупреждает работников испытательной бригады словами: «Даю напряжение». После включения низковольтного рубильника пересоединения на высоковольтной стороне не допускаются. Около этого рубильника дежурит член бригады. Чтобы предупредить случайное включение рубильника, между ножами и верхними контактами закладывают миканит. После испытания производитель работ снимает напряжение, разряжает

токоведущие части, заземляя соединительный испытательный провод, и объявляет: «Напряжение снято». Затем он отдает распоряжение о снятии ограждений и разборке схемы или о присоединении к новому объекту испытания.

Присоединение кабелей к испытательной установке и испытание их выполняют в диэлектрических перчатках, стоя на изолирующем основании. На противоположном конце испытуемого кабеля вывешивают плакат: «Под напряжением», а на приводах отключенных разъединителей — плакаты: «Не включать — работают люди». Если в помещении, где находится противоположный конец этого кабеля, ведутся другие работы, то около кабеля выставляют наблюдающего, имеющего II группу, который не позволяет приближаться к кабелю. Если кабель частично раскопан или где-то на трассе разделан для испытания, на время испытаний людей из траншеи удаляют, а около палатки над разделанными концами также выставляют дежурного со II группой.

Корпуса испытательной установки заземляют. Если установка передвижная, то, кроме того, или ограждают высоковольтное устройство установки, или делят установку на два отделения: высоковольтное и низковольтное, откуда оператор управляет ею. Дверь в высоковольтное отделение должна иметь электрическую блокировку, которая снимает напряжение с высоковольтной части при открывании двери.

Сельские электростанции и подстанции принимает в эксплуатацию комиссия из представителей заказчика (например, совхоза), подрядчика (например, Сельэлектро-сетьстроя), района электрических сетей Сельэнерго, Госэнергонадзора и пожарной инспекции. Комиссия проверяет: 1) наличие и состояние технической документации (паспорт электроустановки, утвержденный технический проект, рабочие и исполнительные чертежи, ведомости выполненных работ и недоделок); 2) соответствие выполненных работ техническим ПУЭ, ПТЭ, строительным нормам и правилам, а также санитарным, пожарным и т. п.; 3) наличие и соответствие правилам защитных средств и средств тушения пожара; 4) наличие подготовленных эксплуатационных кадров.

Приемка осуществляется только после периода контрольно-наладочной эксплуатации, которую могут осуществлять совместно монтажная и эксплуатирующая орга-

низации. На этот период должен быть назначен руководитель эксплуатации, установлено дежурство эксплуатационного персонала, прекращен свободный доступ строителей и монтажников в помещения или на открытое РУ и введена выдача нарядов на работы по наладке или по устранению недоделок.

Перед опробованием элементов электроустановок (перед первым включением их под напряжение) должно быть выделено специальное лицо, ответственное за безопасное опробование данного элемента. Необходимо, чтобы были в наличии и исправны все ограждения, замки и запоры, надписи и предупредительные плакаты, защитные средства и противопожарный инвентарь, защитное заземление, освещение. К работам по опробованию электроустановки допускаются только лица, имеющие соответствующую подготовку и удостоверения о проверке знаний по технике безопасности. Все эти работы выполняются в соответствии с правилами безопасной эксплуатации действующих электроустановок. До включения установки в эксплуатацию должна быть испытана изоляция электрооборудования и кабелей повышенным напряжением, налажена работа машин, прокручены двигатели.

Перед первым включением под напряжение того или иного элемента высоковольтной установки (при испытаниях) об этом оповещают руководителей строительных и монтажных организаций, работники которых заняты на данном объекте.

Перед опробованием смонтированных механизмов (насосы, вентиляторы и т. д.) нужно проверить: крепление фундаментных болтов и прочих узлов оборудования, отсутствие посторонних предметов внутри него, наличие ограждений движущихся частей, а также работу отдельно электродвигателя при разъединенных полумуфтах. Когда опробуют работу механизма, все пальцы полумуфт направляют на место.

6. Требования безопасности

в электроустановках ферм, закрытого грунта, токов, жилых и общественных зданий

Помещения животноводческих и птицеводческих ферм по степени опасности электрического тока относятся к следующим группам: цыплятники, инкубаторы, подсоб-

ные помещения для обслуживающего персонала — к сухим отапливаемым; птичники и склады — к сухим неотапливаемым; силосные помещения, кормокухни, отделения приготовления сочных кормов, овощехранилища, крольчатники, доильные залы, молочные, помещения для мытья фляг, водокачки — к особо сырым или сырым с токопроводящими полами (помещения особо опасные); коровники, телятники, свинарники, овчарни, конюшни — к помещениям сырым с токопроводящими полами и с едкими парами (особо опасные помещения).

Кроме указанных выше, в этих помещениях следует соблюдать следующие требования безопасности.

Сечение и марку нулевого провода на линии, питающей животноводческие помещения от подстанции, а также во внутренней проводке этих помещений берут такими же, как и у фазных проводов. Освещение равномерно распределяют по фазным проводам и включают трехполюсными выключателями, чтобы в нулевом проводе во время нормальной работы установки не было тока, а значит, и падения напряжения, которое вызвало бы длительно существующий на присоединенных к нулевому проводу корпусах оборудования потенциал относительно земли. Однополюсные выключатели ставят только для групп светильников общей мощностью, составляющей не более 20% общей мощности освещения фермы. Все другие однофазные токоприемники, например сварочные аппараты, включают на линейное напряжение.

Выключатели и предохранители размещают в соседних сухих помещениях. Светильники подвешивают на высоте не менее 2,5 м от пола и выбирают такой конструкции, которая пригодна для особо сырых помещений или наружных установок (герметические или водопыленепроницаемые). Подводку к водонагревателям выполняют в газовых трубах, корпуса их и трубы присоединяют к нулевому проводу.

Металлические трубопроводы к автопоилкам отделяют изоляционными вставками длиной не менее 0,5 м от магистральных трубопроводов, металлически связанных с корпусами электродвигателей или электроаппаратов (водонагревателей и т. п.).

Троллейные провода или шины для электротранспорта или для облучательных и других установок в животноводческих помещениях подвешивают на высоте не менее

3,0 м от пола. Напряжение на них подают только на время работы установки.

Персонал, обслуживающий установки для облучения животных или птицы, пользуется очками с синими стеклами толщиной не менее 3 мм и не входит в зону действия ультрафиолетовых лучей.

Вакуум-насос, электродвигатель и распределительный щит для электродоильной установки размещают в специальном помещении так, чтобы шкивы и приводной ремень располагались у стены и были закрыты ограждениями.

Животных стригут электростригальным аппаратом на сухих деревянных столах или щитах. Стригали стоят на сухом деревянном щите в сухой обуви.

Для переносной электросети стригального пункта используются провода с изоляцией, рассчитанной на 500 в номинального напряжения (например, ПРГ500). Электросеть прокладывают на изоляторах или деревянных опорах достаточно высоко, чтобы за провода не задевали люди. Выключатели или рубильники у стригальных агрегатов и на линии ставят закрытого типа, исключающие возможность случайного прикосновения к токоведущим частям.

Корпуса стригального агрегата, рубильники, чугунные крышки выключателей заземляют. В качестве заземляющих электродов передвижного электростригального пункта можно применять не менее двух стержней из угловой стали или ломов, заглубленных в землю не менее чем на 2 м. Землю вокруг стержней нужно время от времени поливать водой. Допускается присоединять заземляющую проводку к этим стержням болтовым соединением, которое обслуживают и перед соединением зачищают.

Рабочие, обслуживающие электростригальный агрегат, должны знать правила электробезопасности и правила оказания первой помощи.

В порядке исключения из общих правил безопасности при обслуживании электроустановок напряжением до 1000 в допускается на животноводческих фермах, где должна применяться только система 380/220 в с заземленным нулевым проводом, а также в парниках, теплицах, на токах, чтобы электромонтер, единолично обслуживающий электрооборудование, имел квалификацию по технике безопасности не ниже II группы (а не III). Он должен менять плавкие предохранители, делать переключения

на щитах и сборках. Участие второго лица требуется только при работах на высоте более 2 м с лестниц или подмостей или при работах без снятия напряжения.

Проверять состояние изоляции проводки на фермах и в других помещениях, в том числе в жилых, следует не реже одного раза в 2 года для помещений с нормальной средой (Л-10) и не реже одного раза в год в помещениях сырых, особо сырых, с едкими парами или пожароопасных (см. гл. VIII). Нормы на сопротивление изоляции указывались в § 5, гл. II.

При использовании батарейной электроизгороди строго запрещается подключать ее к электросети. Нельзя открывать крышку пульсатора в сырую погоду в поле, когда он под напряжением. Запрещается брать за проволоку электроизгороди под напряжением. Нельзя включать пульсатор до присоединения к проволоке изгороди, а также исправлять или осматривать изгородь под напряжением.

Теплицы и парники относятся к сырым помещениям с токопроводящими полами, то есть к особо опасным помещениям. Хотя напряжение электроустановок в теплицах и парниках обычно меньше 380 в, «Правила техники безопасности при эксплуатации электрических установок в сельскохозяйственном производстве» (Л-4) требуют применять переносные заземления при работах на электроустановках парников и теплиц со снятием напряжения. Эти правила разрешают в парниках и теплицах, в отличие от особо опасных помещений ферм, заменять плавкие вставки предохранителей и лампы с целой колбой без снятия напряжения.

Электромонтер парников и теплиц может иметь квалификационную группу II и допускается к щитку низкого напряжения питающей подстанции 6—10/0,4 кВ.

Парники и теплицы с электрообогревом по степени опасности поражения током делятся на две категории: А и Б.

У первой категории обогрев осуществляется электродами или неизолированными сопротивлениями, проложенными непосредственно в земле или в воздухе, при напряжении питания выше 65 в.

Ко второй категории относятся те же установки при напряжении до 65 в, а также при большем напряжении, но с применением специальных экранов, выравнивающих

напряжения в земле, или с прокладкой нагревательных проводов в асбестоцементных или керамических трубах, а также с использованием специальных нагревательных кабелей.

Участок парников и теплиц категории А огораживают забором высотой 2 м, отстоящим не менее чем на 1 м от ближайших парников или теплиц. Их разрешается обслуживать только при снятом напряжении. Перед подачей напряжения электромонтер должен убедиться, что на участке нет людей, запереть вход на участок и вывесить на входе плакат: «Парники и теплицы под напряжением. Вход на территорию воспрещен».

В парниках и теплицах категории Б при включенном обогреве допускаются работы, не требующие применения инструментов, а также работы, исключающие погружение в почву более чем на 25 см металлической части инструментов с деревянными ручками. Перед включением парников и теплиц категории Б под напряжение электромонтер обязан поставить об этом в известность всех работающих в это время на участке и вывесить на видных местах плакаты: «Парники и теплицы под напряжением».

Устройства для автоматического регулирования температуры и влажности нужно выполнять на напряжение не выше 36 в с изоляционными рукоятками регуляторов для изменения режима.

Молотильные, а нередко и зерноочистительные тока обычно имеют временные электроустановки, которые, как показывает опыт, более опасны, чем постоянные. Электроустановки токов относятся к наружным, а окружающая среда — к пыльным и опасным в пожарном отношении. Поэтому на току нужно устанавливать короткозамкнутые электродвигатели закрытого типа. Плавкие предохранители и выключатели — наружного типа или с корпусами из изолирующего материала в плотно запирающихся защитных кожухах. Следует использовать пыле-влагонепроницаемые светильники и подвешивать их на высоте не менее 5 м, причем каждое ответвление к лампе нужно защищать плавким предохранителем наружного типа, помещенным на столбе.

Спуски проводов по столбам, а также проводку к электродвигателям выполняют проводом ПРТО в стальных трубах с герметизацией их путем заливки по концам изолирующей массой. Такие трубы можно прокладывать

на земле и под землей. При размещении электродвигателя на расстоянии более 5 м от приводимого им механизма или при размещении электродвигателя и рабочего механизма в разных помещениях нужно предусматривать возможность остановки электродвигателя кнопкой или другим устройством, расположенным возле механизма. Для присоединения к низковольтным воздушным линиям электродвигателей временных электроустановок (полевых токов и т. д.) разрешается накладывать контакты на провода с помощью изолирующих штанг, но это не исключает необходимости иметь выключатель около двигателя.

Перемещать транспортеры, зерноочистительные машины или электрические зерносушилки можно только при отключении питающих проводов от щитка. Запрещается выполнять какие-либо ремонтные работы на этих механизмах при работающем электродвигателе, проталкивать застрявшие предметы, снимать или надевать приводной ремень без специальных приспособлений, подсыпать в него канифоль, чистить или смазывать движущиеся части.

В жилых домах сельского населения и в общественных зданиях колхозов и совхозов большая часть помещений имеет деревянные нетокопроводящие полы и относится к сухим отапливаемым помещениям без повышенной опасности. В этих помещениях в сетях 380/220 в с заземленным нулевым проводом защитное заземление корпусов токоприемников не применяется, и в связи с этим плавкие предохранители устанавливаются как в фазном, так и в нулевом проводе двухпроводной сети. Однако менять лампы, очищать от пыли или чинить электроприемники и электропроводку лучше при снятом напряжении. Поэтому важно, чтобы выключатели были установлены в фазовом, а не в нулевом проводе; для этого нулевой провод должен иметь цветное обозначение, например бандажи из цветной нитки.

Распределительные и вводные щиты, а также выключатели и штепсельные розетки не следует размещать вблизи радиаторов или труб центрального отопления, газопровода, водопровода или канализации, так как иногда крышки выключателей и штепсельных розеток оказываются поврежденными; вероятность повреждения электропроводки также больше в этом месте, поэтому близость заземленных металлических предметов представляла бы

повышенную опасность поражения электрическим током. Однако, независимо от места размещения выключателей и розеток, нельзя использовать их без крышек или с другими неисправностями. Токоприемники не должны иметь замыканий на корпус и так же, как и вся электропроводка, должны соответствовать ПУЭ (гл. II-1, раздел VI и гл. VII-1) и ПТЭ (Л-10). Неисправные токоприемники или участки электропроводки нужно немедленно отключать.

Высота подвеса осветительной арматуры над полом в жилых домах, как правило, должна быть не менее 2 м. Высота установки выключателей на стене в школах и детских учреждениях должна быть недоступной для малолетних (1,8 м).

В жилых и общественных зданиях бывают и сырые помещения с повышенной опасностью (уборные) и особо опасные (ванные и душевые комнаты). Бани, прачечные, кухни при столовых и отопительные котельные в отношении требований электробезопасности мало отличаются от особо опасных производственных помещений, в частности животноводческих ферм, а квартирные кухни рассматриваются как сухие отапливаемые помещения без повышенной опасности, поскольку повышенная влажность в них не бывает длительной.

В ванных и душевых комнатах и в уборных квартир, общежитий и общественных зданий нужно устраивать скрытую электропроводку, но допускается открытая электропроводка защищенными проводами и кабелями (ВРГ, НРГ) или незащищенными изолированными проводами на роликах на высоте не менее 2,5 м. Корпуса светильников и патронов здесь должны быть из изолирующих материалов. При высоте этих помещений 2,5 м и менее рекомендуется применять осветительную арматуру с заглубленным патроном или других конструкций, обеспечивающих повышенную безопасность обслуживания. Устанавливать выключатели и штепсельные розетки в ванных и душевых комнатах или в раздевалках при душевых запрещается. Металлические корпуса ванн необходимо соединять металлическими проводниками с водопроводными трубами (см. § 9, гл. II). Металлические корпуса электрооборудования и части электропроводок в душевых и уборных в общественных помещениях, а также на лестничных клетках следует заземлять.

Квартирные электрические звонки должны иметь напряжение в цепи кнопки не выше 36 в.

Стеклянные плафоны в общественных зданиях, особенно при большом диаметре, нужно закреплять не только предусмотренными в конструкции светильника винтами, но и проволоочной корзинкой для предотвращения случайного падения плафона.

7. Лабораторно-практические занятия

Практическое освоение мер безопасности при подготовке рабочего места в высоковольтных электроустановках

1. Заполнить наряд, подготовить рабочее место и допустить бригаду к работе на стороне 35 кВ подстанции КТП-1800/36.

2. Подготовить рабочее место для ремонта выключателя в ячейке отходящей линии 10 кВ.

3. Заменить плавкую вставку предохранителя высокого напряжения на воздушной подстанции 10/04 кВ.

Контрольные вопросы

1. Какие три категории работ в действующих электроустановках различают с точки зрения мер безопасности?

2. Какие технические (или организационные) мероприятия безопасности проводят в электроустановках напряжением до 1000 в при работах с полным (или частичным) снятием напряжения?

3. В чем состоят основные отличия общих правил безопасности при работах в электроустановках напряжением выше 1000 в по сравнению с правилами для установок напряжением до 1000 в?

4. Что нужно делать, обнаружив оборванный провод на воздушной электрической линии с напряжением выше 1000 в, если он касается земли?

5. Какие работы на воздушной линии можно выполнять без снятия напряжения?

6. Почему необходимо отключать рубильники и вынимать патроны плавких предохранителей со стороны низкого напряжения перед подъемом на площадку воздушной подстанции?

7. Зачем надевают диэлектрические перчатки во время отключения или включения разъединителя?

8. Какие требования безопасности надо соблюдать при измерениях мегомметром?

9. Какие особенности требований безопасности существуют в электроустановках на животноводческих и птицеводческих фермах (или в теплицах и парниках с электрообогревом)?

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ТЕПЛОСИЛОВОГО ХОЗЯЙСТВА КОЛХОЗОВ И СОВХОЗОВ

1. Требования безопасности при эксплуатации и ремонте двигателей внутреннего сгорания и компрессоров

В помещениях, где установлены двигатели внутреннего сгорания (ДВС), нужно устраивать хорошую вентиляцию. Она должна обеспечить не только очистку воздуха от окиси углерода, проникающей в машинный зал, но и необходимое снижение температуры воздуха летом.

Рекомендуется для уменьшения шума применять на выхлопной трубе глушитель с объемом не менее пятикратного рабочего объема цилиндра двигателя. Газопроводы и трубопроводы следует размещать на высоте не менее 1 м от пола, чтобы они не загромождали помещение.

Вращающиеся и движущиеся части ДВС (маховик, шатуны, кривошипы, ременные передачи) нужно наглухо закрывать кожухами или ограждать щитами, сетками, перилами. Запрещается пускать ДВС в ход без таких ограждений, снимать ограждения во время работы или просовывать за них руки и какие-либо предметы. Обслуживать ДВС следует в комбинезоне и берете. При работе ДВС нельзя обтирать и ремонтировать движущиеся части или смазывать их без специальных безопасных приспособлений.

Вокруг двигателя должен быть проход шириной не менее 1 м. Мостики и площадки обслуживания ДВС следует ограждать перилами высотой не менее 1 м. При высоте площадок над полом более 1,5 м настил нужно делать сплошной, нижнюю часть перил на высоте 15—20 см тоже следует делать сплошной, чтобы предотвратить травмирование людей под площадкой падающими предметами.

Обслуживание ДВС или компрессора может быть поручено только лицам, прошедшим специальное обучение и имеющим удостоверение на право обслуживания ДВС. Нарушение правил обслуживания ДВС, а также недоброкачественный монтаж или ремонт приводят к авариям ДВС, во время которых обслуживающий персонал часто получает травмы. Ниже указываются некоторые причины аварий.

Мощные стационарные двигатели пускают в ход сжатым воздухом. Допускается применять сжатый углекислый газ, но ни в коем случае не кислород, водород, ацетилен и другие горючие газы. Это приведет к взрыву цилиндров. Баллоны сжатого воздуха должны иметь предохранительные клапаны и быть зарегистрированными инспекцией Госэнергонадзора. Внутренний осмотр их стенок проводят раз в 3 года, а гидравлическое испытание — раз в 6 лет. Нельзя стучать по баллонам или трубопроводам, находящимся под давлением. Даже легкие удары могут вызвать взрыв.

Баллоны, ресиверы и воздушные трубопроводы необходимо систематически продувать, чтобы удалять влагу, скапливающуюся в них из воздуха. Если эта влага вместе с воздухом попадет в цилиндры ДВС при пуске, может произойти гидравлический удар, который приведет к обрыву шпилек, крепящих крышку цилиндра, к поломке шатуна или коленчатого вала и т. д. Гидравлический удар может произойти и по другим причинам, в частности при недостаточном давлении воздуха, распыливающего топливо в компрессорных дизелях, из-за чего оно скапливается в цилиндре. Для предотвращения гидравлического удара нужно перед пуском всегда провертывать вал двигателя на два полных оборота у четырехтактного двигателя или на один оборот у двухтактного. Проворачивать нужно с помощью специального приспособления, а не вручную за маховик, так как при этом возможны тяжелые увечья.

Пуск ДВС в ход запрещается, если есть следующие неполадки: а) давление воздуха, распыливающего топливо в компрессорном двигателе, ниже нормального или неисправны форсунки (иначе возможен взрыв форсунок и другие аварии); б) хотя бы на одном из шатунных болтов имеются трещины, плены, сорванная резьба или натир (возможен обрыв болтов); в) подплавлены подшипники; г) обнаружены недопустимые значения овальности шеек, расхождения шеек коленчатого вала, зазоров в подшипниках, остаточного удлинения шатунных болтов; д) края рамы отстают от фундамента на длине более 75% ее периметра; е) скорость вращения при пуске или сбросе нагрузки увеличивается более чем на 20% против номинальной из-за неисправности регулятора оборотов или других причин (двигатель идет вразнос, причем может

разлететься маховик или могут произойти другие аварии).

Открывать индикаторные краны можно только рукой в рукавице, стоя сбоку от крана на расстоянии вытянутой руки от него, чтобы струя газа не попала на человека.

При обслуживании тракторных двигателей нельзя надевать или снимать ремень вентилятора или регулировать его натяжение во время работы двигателя, открывать крышку радиатора горячего двигателя без рукавиц и тряпки. Запрещается наматывать на руку свободный конец пускового шнура для заводки пускового двигателя (на конце шнура должен быть шарик или Т-образная рукоятка) или брать пусковую рукоятку в обхват. Все пальцы должны находиться с одной стороны рукоятки (рис. 47), иначе при обратном ходе вала может быть вывихнут большой палец и даже сломана кость. Нельзя также заводить пусковой двигатель, если провод высокого напряжения не прикреплен к свече.

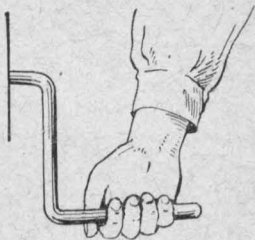


Рис. 47. Правильное положение пальцев руки на заводной рукоятке.

Поднимать тяжести во время монтажа или ремонта ДВС следует с помощью талей или кран-балок. Для них в здании устраивают специальные балки или консоли с указанием на них грузоподъемности. Эти балки испытывают. Крепить тали к балкам потолочного перекрытия или к трубопроводам запрещается.

Ремонтные работы в картере мощных ДВС или осмотр деталей можно производить только с соблюдением ряда предохранительных мер: открыть предохранительные и индикаторные краны, закрыть вентили сжатого воздуха на двигателе, на пусковых баллонах, на пусковом и топливном трубопроводах, на пусковой ручке вывесить плакат: «Двигатель не пускать — в ремонте». Очищать ручки на поршнях от нагара, снимать с них кольца и выщелачивать зарубашечное пространство следует в очках и рукавицах.

Для мелких передвижных электростанций, если они работают не внутри помещений, в качестве топлива можно применять этилированный бензин. Добавление этиловой жидкости улучшает октановое число бензина, но она

содержит чрезвычайно ядовитый тетраэтилсвинец, способный накапливаться в организме, а также на стенах, на полу, на одежде и на других предметах. Этилированный бензин может вызвать как острые, так и хронические отравления, приводящие к нервно-психическим расстройствам при попадании внутрь через рот или через легкие и при проникновении в кровь через кожу. Однако при соблюдении мер предосторожности этилированный бензин достаточно безопасен.

Чтобы отличить этилированный бензин от обычного, его окрашивают в оранжево-красный цвет, а на бочках и другой таре, в которой он хранится или транспортируется, делают надписи: «Этилированный бензин. Ядовит». Кожу, на которую попал этилированный бензин, надо обмыть сначала керосином, а потом теплой водой с мылом. Керосином или щелочным раствором обмывают и металлические предметы, загрязненные этилированным бензином. Пол или деревянные предметы можно обезвредить кашицей из хлорной извести, причем нужно пользоваться резиновыми перчатками.

Лица, работающие с этилированным бензином, подвергаются медосмотру при приеме на работу и затем через каждые 6 месяцев, а также проходят повторный инструктаж через каждые 3 месяца.

Машинист компрессора следит за охлаждением сжатого воздуха, чтобы его температура не превышала 140°С, за нормальной смазкой, за давлением сжатого воздуха. Не реже одного раза в смену он продувает манометры, масловодоотделители и воздушный аккумулятор, проверяет предохранительные клапаны. Несоблюдение этих условий приводит к взрыву компрессора.

Газогенераторные установки, вырабатывающие газ на топливо для ДВС, а также трубопроводы, арматура и загрузочные устройства не должны пропускать газ в помещения, где они находятся, потому что генераторный газ на $\frac{1}{5}$ часть состоит из окиси углерода. В помещении газогенераторной установки устраивают приточно-вытяжную вентиляцию.

У сальников задвижек и шиберов газового тракта применяются гидравлические затворы, предохраняющие от проникновения в него воздуха и образования взрывчатой смеси. Перед каждым двигателем на тупиковых концах газопроводов устанавливают продувочные свечи,

то есть трубы с задвижкой, соединяющие газопровод с атмосферой для продувки его газом после монтажа или ремонтов.

Скрубберная вода ядовита, поэтому каналы и желоба для ее стока надежно ограждают от скота и водоплавающей птицы. Отстойники располагают на расстоянии не ближе 25 м от жилых зданий. Места сброса скрубберных вод выбирают по согласованию с районной санинспекцией.

В смотровые окна работающего газогенератора можно смотреть только через предохранительные очки. В открытые загрузочные люки заглядывать вообще не следует, чтобы не обжечь лицо.

2. Требования безопасности при эксплуатации паровых машин, котлов и кормозапарников

Многие требования к помещениям для установки котлов или локомотивов совпадают с требованиями к помещениям с ДВС (вентиляция, достаточное освещение, нескользкие полы, перила на мостиках или вокруг проемов в полу). Кроме того, в машинном помещении локомотивной установки и в золовом подвале устраивают не менее двух выходов в противоположных концах, открывающихся наружу. Их оставляют незапертыми во время работы установки. При входе в машинное помещение предусматривают тамбур достаточного размера для размещения узкоколейной вагонетки и двух человек. Фронт котлов или выступающие части топок отстоят не менее чем на 3 м от противоположной стены котельной, в которой обычно имеются окна. Если котлы имеют производительность до 2 т пара в час и работают они на газе или жидком топливе или длина их колосниковой решетки не более 1 м, то допускается расстояние 2 м вместо 3 м. Проходы между котлами или между стеной и крайним котлом, если нет необходимости бокового обслуживания топок или котла, делают шириной не менее 1 м, а если требуется боковое обслуживание (обдувка, шуровка и др.) — то не менее 1,5 м. Предусматриваются также монтажные площадки и ремонтные расстояния от локомотивов до стен здания (Л-10). Если зола и шлак выгребаются перед фронтом котла, то для их заливки подводят водопровод и оборудуют местную вытяжную вентиляцию. Более подробные

требования к помещениям котельных указаны в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов» (Л-2, т. 1).

В каждом паровом котле имеются два предохранительных клапана, из которых один — контрольный. Допускается иметь только один предохранительный клапан на котлах с производительностью не более 100 кг/ч. Одиночный и контрольный клапаны устроены так, что обслуживающий персонал не может менять их регулировку. У котлов с рабочим давлением до 13 атм одиночный или контрольный клапан отрегулированы на рабочее давление плюс 0,2 атм, а рабочий предохранительный клапан — на рабочее плюс 0,3 атм. При рабочем давлении котла 13—60 атм контрольный клапан регулируется на 103% рабочего давления, а рабочий предохранительный клапан — на 105%. Предохранительными клапанами снабжают также пароперегреватели, экономайзеры.

Котлы также оборудуют манометрами с сифонными трубками (чтобы на манометр действовал не пар, а конденсат), водоуказательными стеклами в предохранительной сетке и краниками для контроля за уровнем воды в котле. У водогрейных котлов ставят термометры. Манометры котлов и других сосудов, работающих под давлением, на циферблате имеют красную черту, указывающую предельное давление. Их ежегодно проверяют, и на манометрах, годных к эксплуатации на следующий срок, госповеритель ставит штамп.

Для безопасности эксплуатации локомотивов и трансмиссий, помимо ограждения движущихся частей, необходимо правильно устраивать и эксплуатировать ременные передачи. Лучше всего применять бесконечные тканевые прорезиненные ремни, изготовленные по специальному заказу без сшивки или с другим соединением концов. Они работают всухую, и их следует беречь от масла, жиров, щелочей и бензина. Ширина плоского ремня должна быть на 10% меньше ширины обода маховика. Концы прорезиненных ремней можно соединять склейкой с последующей вулканизацией или алюминиевыми заклепками на длине, равной двойной ширине ремня, или сшивать жильной струной встык. Нельзя применять канифоль и другие вещества для устранения пробуксовки ремня. Надо либо увеличить его натяжение, отодвинув по салазкам один из шкивов, либо укоротить ремень.

На каждый котел заводят шнуровую котельную книгу, в которой указывают результаты освидетельствования котла и установленные сроки его эксплуатации. Новую или вышедшую из ремонта установку пускают в эксплуатацию только после освидетельствования и гидравлического испытания, а при рабочем давлении выше 0,7 *ати* также после получения разрешения на право работы от инспекции Госэнергонадзора (а в промышленности — Госгортехнадзора).

Освидетельствование котла заключается во внутреннем осмотре обмуровки, стенок и их швов у барабана, пароперегревателя, экономайзера, питательных и дымогарных труб и т. д. Во время эксплуатации котлы также периодически освидетельствует комиссия, назначенная предприятием-владельцем, не реже одного раза в год, и инспектор Госэнергонадзора — не реже одного раза в 3 года. Перед внутренним осмотром котел охлаждают и тщательно очищают от накипи, золы и сажи.

Гидравлическое испытание при рабочем давлении котла проводят каждый раз после чистки внутренней поверхности котла или его ремонта, выполняет его владелец. Кроме того, не реже одного раза в 6 лет проводят гидравлические испытания пробным давлением. Это давление для паровых котлов и пароперегревателей на рабочее давление 5 *ати* и ниже составляет 150% рабочего, но не менее 2 *ати*. Для паровых котлов и пароперегревателей на рабочее давление более 5 *ати*, а также для водогрейных котлов любого давления пробное давление составляет 125% рабочего, но не менее чем на 3 *ати* выше рабочего. Для отключаемых экономайзеров на любое рабочее давление пробное давление составляет 125% рабочего плюс 5 *ат*. Пробное давление выдерживают 5 *мин*. Для водогрейных и прямоточных котлов за рабочее давление принимают давление на входе воды в котел при максимальной нагрузке.

Котел (пароперегреватель, экономайзер) признается выдержавшим гидравлическое испытание, если не замечается признаков разрыва или остаточных деформаций, а также течи. Течью считается всякий уход воды из котла, снижающий пробное давление в котле, а также мелкие капли («слезки» или «потение»), при которых заметного снижения давления нет, если эти капли появляются на сварных швах или на целых стенках котла. «Слезки»

на заклепочных швах или выход воды из-за неплотностей арматуры за течь не считаются.

Кроме внутренних осмотров и гидравлических испытаний, инспектор Госэнергонадзора раз в год проводит наружный осмотр котлов, во время которого он проверяет состояние котельной, питательных приборов, водопказателей, манометров, правильность эксплуатации котла и знание персоналом правил эксплуатации.

Нельзя обслуживать паровые машины и котлы в неподходящей одежде, подтягивать болты или делать другую работу на движущихся частях, допускать в помещение посторонних или поручать обслуживать котлы и паровые машины лицам, не имеющим удостоверения на право их обслуживания с отметкой о проверке знаний.

Персонал тепловой части электростанций проходит медосмотр при поступлении на работу и затем каждый год.

Все горячие части (паропроводы и т. д.), могущие причинить ожоги, покрывают тепловой изоляцией. Персонал, который может получить ожоги от горячих поверхностей, пара, воды или топочных газов, работает в спец-одежде, спецобуви и с защитными средствами (рукавицами, темными или защитными очками). Засучивать рукава спецодежды запрещается, волосы следует убирать под головной убор. Персонал должен знать приемы первой помощи при ожогах, тепловых ударах, отравлениях газом и при других несчастных случаях.

Перед растопкой котла после ремонта надо убедиться в том, что в топке и газоходах не осталось людей, а заглушки у предохранительных клапанов вынуты. Топку и газоходы в течение 10—15 мин вентилируют, чтобы удалить взрывоопасную смесь паров топлива с воздухом. Для этого открывают дверцы топки, поддувала, шиберы, заслонки естественной тяги, а если есть дымососы и вентиляторы, включают их. У котлов, работающих на газе, нужно также спустить конденсат из газопровода и продуть газопровод через продувочную свечу. Если в котельной пахнет газом, нужно на 10—15 мин включить вытяжную вентиляцию помещения.

Зажигать газовые горелки или форсунки жидкого топлива можно ручным растопочным факелом. Если газ или мазут не загораются или во время работы погаснут, надо прекратить подачу топлива, убрать растопочный

факел и снова провентилировать топку. Нельзя поджигать газовый или мазутный факел от раскаленной кладки (без растопочного факела), это может привести к взрывам в топке. Не следует при растопке стоять против топки, растопочных люков или гляделок, чтобы не пострадать от случайного выброса пламени.

Котел разогревают постепенно, в течение нескольких часов. Когда из предохранительного клапана, открытого для спуска воздуха, или из специального воздушного крана начнет выходить пар, кран закрывают и специальными продувочными краниками продувают сифонную трубку манометра, а затем и водоуказательные стекла. В дальнейшем продувку манометров и водоуказательных стекол делают не реже одного раза в смену (при ее приемке), чтобы избежать неправильных показаний при загорении.

Показания сниженных указателей уровня с показаниями водоуказательных стекол на барабане сверяют дважды в смену. При продувке стекол надо плавно открывать краники рукой в рукавице, стоя в стороне от стекла на расстоянии вытянутой руки, чтобы не получить ожогов, если стекло лопнет. Нельзя стучать по водоуказательному стеклу или манометру. Это может вызвать разрыв стекла или сифонной трубки манометра и ожоги. Исправность манометра рекомендуется проверять ежедневно, кратковременно соединяя его с воздухом трехходовым краном. При этом стрелка манометра должна падать на нуль, а после включения его в работу должна плавно возвращаться в прежнее положение. Если во время растопки обнаружится течь, то подтягивать болты у люков и лазов разрешается у котлов с рабочим давлением до 6 *ати* при давлении не более 50% рабочего, а у котлов с рабочим давлением 6—60 *ати* — только при давлении не более 3 *ати*. Если давление в котле выше нуля, никакие ремонтные работы на котле, арматуре и трубопроводах проводить нельзя. На мощных электростанциях для бесперебойности электроснабжения допускают некоторые ремонтные работы, которые выполняют обязательно по наряду и в присутствии мастера.

Вал паровой машины перед пуском в ход нужно повернуть в нормальном направлении ее вращения не менее двух раз. Если диаметр маховика более 2 м, для проворачивания вала используют специальное приспособление.

Для питания паровых котлов водой устанавливают не менее двух питательных приборов, приводимых в действие независимо один от другого, или инжектором на котлах небольшой мощности и локомотивах. Действие этих приборов проверяют поочередным включением в работу не менее одного раза в смену при ее приемке.

Не реже одного раза в сутки при приемке смены проверяют исправность предохранительных клапанов, поднимая их за концы рычагов. Нужно следить за тем, чтобы рычаги клапанов не терлись о вилки и не туго вращались на осях. Контрольный предохранительный клапан опробуют, потянув за цепочку. Если рабочий предохранительный клапан открывается раньше или позднее чем стрелка манометра дойдет до красной черты, можно передвинуть груз для подрегулировки клапана, но увеличивать груз или заклинивать клапан запрещается. Нельзя также снимать или заглушать выкидные предохранительные устройства на котлах низкого давления.

Машинисту, кочегарам и водосмотрам нельзя отвлекаться во время работы и оставлять котел под давлением без присмотра. Обслуживают локомотив не менее двух человек. Котлы, не имеющие кирпичной кладки, можно оставлять в закрытом на замок помещении, не ожидая снижения давления до нуля, если после удаления топлива из топки и шлака и золы из бункера давление в котле начало снижаться.

Причиной взрыва котла может быть питание его неподходящей водой без очистки, а также несвоевременная очистка котла от накипи и несвоевременное удаление золы и шлака с поверхностей нагрева котлов (обдувкой их или чисткой).

Вручную прорезают шлак или удаляют шлак и золу при ослабленном дутье и пониженной тяге. Шлак и золу, удаляемые вручную из топки в бункер или в вагонетку, заливают водой (если вагонетка установлена под шлаковым затвором в изолированной камере). Надо остерегаться ожогов шлаком и паром, образующимся при его заливке. Перед спуском шлака и золы из топки или бункера необходимо предупредить лиц, находящихся в зольном помещении. При этой работе, а также при обдувке поверхностей нагрева, при шуровке и загрузке или раскалывании топлива надо надевать защитные очки.

Перед продувкой котла проверяют на ощупь патрубок между котлом и продувочным прибором. Если он забит накипью и шламом, он будет холодным, и производить продувку нельзя, так как при прорыве пробки из накипи получится удар, от которого патрубок может оторваться от котла. При появлении на спускной линии пароводяных ударов надо слегка прикрыть нижний спускной вентиль до полного прекращения ударов.

Если во время работы котла обнаружится, что воды в водоуказательном стекле не видно, следует открыть нижний контрольный кран. Если из него будет выходить вода, котел нужно немедленно подпитать водой и продолжать работу. Если же из крана будет выходить только пар, впуск воды в котел вызовет взрыв из-за быстрого ее испарения. В этом случае нужно немедленно остановить котел, а затем доложить об этом заведующему котельной. Для аварийной остановки котла надо прекратить подачу топлива и воздуха в топку (закрыть поддувало), ослабить тягу, прекратить горение топлива и выгresti жар из топок (в исключительных случаях можно залить его водой, стараясь, чтобы струя не попадала на обмуровку или стенки котла), прекратить питание котла водой и отключить котел от магистрального паропровода, а затем постепенно выпустить пар в атмосферу.

Котел аварийно останавливают с погашением топки, если произошло следующее: разорвалась кипятильная, дымогарная, паронагревательная или экономайзерная труба; появилась течь одновременно на трех связях, находящихся в разных местах, или на двух, расположенных рядом; расплавилась контрольная пробка котла; отказали в работе или все питательные стекла, или все предохранительные клапаны; произошел несчастный случай с людьми в котельной, когда оказание помощи пострадавшим требует оставить котел без обслуживания; возник пожар в котельной; произошел взрыв в газоходах, повредились арматура или трубопроводы; снизилось или повысилось давление газа у горелок по сравнению с допустимыми пределами; быстро понижается уровень воды по невыявленной причине, несмотря на усиленное питание котла водой; повысилось давление в котле выше разрешенного, несмотря на принятые меры (уменьшение тяги и дутья, усиленное питание котла водой); загорелась сажа в экономайзере, водоперегревателе или в газоходах.

Теплофикационные бойлеры должны быть освидетельствованы и зарегистрированы инспекцией Госэнергонадзора.

Давление в котле кормозапарника не должно превышать 0,25 *ати*. Запрещается использовать кормозапарник при неисправных водомерном стекле манометра, водяном предохранительном бачке, выкидной трубе или рычажном предохранителе. Запрещается применять кормозапарники и любые другие парообразователи, изготовленные самодельно, без расчета на механическую прочность, или не имеющие необходимой контрольно-измерительной арматуры и выкидных приспособлений. Нельзя снимать крышку кормозапарника после окончания запарки, не надев рукавицы и не перекрыв кран, подающий пар. Уровень воды в кормозапарнике не должен быть выше $\frac{2}{3}$ его высоты. Нельзя подавать воду из питательного бачка в работающий кормозапарник при открытом кранике и вентиле бачка.

3. Техника безопасности при ремонте или чистке теплового оборудования электростанций

В тепловой части электростанций, как и в электроили в гидроустановках, большинство ремонтных работ выполняют по наряду. Перечень таких работ уточняется на каждой электростанции, исходя из местных условий.

На сельских электростанциях ремонтные работы в топках, в барабанах котлов выполняют, как правило, лишь при полном их остывании. На мощных электростанциях для сокращения срока пребывания котлоагрегата в ремонте и для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей допускаются работы: в топке и в газоходах, когда они остынут до температуры воздуха в них не выше 60°C; в водоподводящих, водоотводящих, дренажных и золовых каналах и колодцах, в камерах и туннелях тепловых сетей — при температуре не выше 50°C; внутри барабана котла — при температуре воздуха не выше 45°C, измеренной внутри барабана на расстоянии протянутой руки от его торца. Когда температура находится в интервале между предельной и температурой на 10° ниже предельной, рабочему можно находиться внутри не более 20 *мин* подряд, а затем он должен отдыхать снаружи не менее 20 *мин*. Необходимо пользоваться теплой

одеждой, защищающей тело от горячего воздуха и излучения стенок, рукавицами, очками, плотно прилегающими к лицу, а в некоторых случаях и шланговыми противогазами, к которым подводится свежий прохладный воздух.

Внутри даже холодных топок, газоходов или барабанов котла должны работать одновременно не менее двух человек, чтобы они могли оказать помощь друг другу при любом несчастном случае. При работе в топках и газоходах, в колодцах, помещениях, опасных по загазованности, и внутри резервуаров, кроме работающих внутри, еще один человек находится снаружи, который видит и слышит ближайших людей, находящихся внутри котла. При работах в колодцах, опасных в отношении загазованности, или в бункере с топливом, наверху находятся двое наблюдающих. При спуске в колодцы или лазы рабочего привязывают веревкой за предохранительный пояс с плечевыми лямками. Конец веревки привязывают к неподвижному предмету снаружи вблизи наблюдающего. При работе в колодце газопровода конец веревки находится в руках у двух наблюдающих. Работающий надевает изолирующий или шланговый противогаз.

Подготовка рабочего места внутри котла, топки и т. п. предусматривает отсоединение от него трубопроводов топлива, воды, пара, воздуха. На отсоединенных трубопроводах устанавливают заглушки, задвижки запирают на цепь с замком, продувочные свечи перед горелками открывают, на рукоятки или штурвалы задвижек и вентилялей вывешивают запретительные плакаты. Прежде чем влезать в топку, надо осмотреть ее через дверцу топки или люки и сбить наросты золы, шлака или нависшие части обмуровки, которые угрожают обвалиться. Топку надо провентилировать.

При большом количестве шлака нужно сбивать его не по всей ширине стенки, а пробив сначала вертикальную борозду, постепенно расширять ее. Нельзя очищать топку одновременно по нескольким бороздам, во избежание внезапного сползания шлака между борозд.

Во время работы в газоходах и топках должно быть невозможно включение дымососов и дутьевых вентиляторов без специального распоряжения ответственного руководителя работ. При очистке газоходов нужно прежде всего ликвидировать очаги догорания топлива, унесен-

ного дымовыми газами, во избежание отравления угарным газом.

При работе внутри котла или в газоходах нужно пользоваться не менее чем двумя переносными светильниками напряжением 12 в, питающимися от разных котельных трансформаторов, установленных за пределами котла. Можно применять стеариновые свечи или аккумуляторные переносные фонари. Керосиновые лампы использовать нельзя. Можно пользоваться прожекторами напряжением до 220 в, установленными снаружи и освещающими внутреннюю поверхность через люк, лаз и т. д. Работать внутри котла совсем без искусственного освещения запрещается.

При очистке кипяtilьных труб с помощью двигателя с гибким валом нельзя допускать, чтобы двигатель работал, когда очистительная головка вынута из кипяtilьной трубы. Внутри барабана можно устанавливать только двигатели промышленной частоты с напряжением 12 в или двигатели, работающие при частоте 200 гц.

Работы с минеральной ватой, а также резку, затесывание, очистку кирпича и разборку старой теплоизоляции нужно выполнять в защитных очках, респираторе и рукавицах. Рукава и ворот спецодежды следует перевязать. Работать с жидким стеклом и наносить асбоцементную или известково-цементную штукатурку надо в резиновых перчатках. На горячую поверхность первый слой любой теплоизоляции нужно наносить, надев защитные очки.

4. Лабораторно-практические занятия

1. Проанализировать правильность размещения оборудования котельной или локомотивов.

2. Освидетельствовать котел или сосуд, работающий под давлением, и заполнить документацию по освидетельствованию и регистрации.

3. Проверить манометр на испытательной установке.

Контрольные вопросы

1. Какие требования безопасности предъявляются к помещению котельной и к размещению в нем котлов или локомотивов?

2. В каких случаях возможны аварии с двигателями внутреннего сгорания, с компрессорами, с паровыми котлами?

3. Как безопасно использовать этилированный бензин?

4. В чем состоит освидетельствование парового котла, кто его должен делать и как часто?

5. Какой котел признается выдержавшим гидравлическое испытание?

6. Какие правила безопасности необходимо соблюдать при ремонте или чистке топок, барабанов котлов и других частей котлоагрегата?

Глава VII

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ГИДРОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК

1. Требования безопасности при эксплуатации и ремонтах гидротурбин и трубопроводов

Все работы на ГЭС по гидромеханическому оборудованию и гидротехническим сооружениям выполняются только по наряду, кроме аварийных работ, испытаний оборудования по особым программам, осмотров и мелких работ по профилактическому уходу за оборудованием, которые выполняются персоналом цехов с квалификацией не ниже мастера. Существует такая же, как в электроустановках, система технических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность работающих, то есть предотвращающих подачу воды на место работ.

При работах в турбинной камере необходимо освободить от воды напорный трубопровод, закрыть и застопорить или заклинить направляющий аппарат турбины. При значительной фильтрации воды через затворы и направляющий аппарат нужно установить ремонтные загораживания и затормозить турбину. Если турбина забилась шугой, открывать люк можно только при отсутствии показаний манометра.

Ремонт работающего оборудования или трубопроводов, находящихся под напором, можно делать только в исключительных случаях под непосредственным руководством мастера и по наряду. При осмотре напорных трубопроводов ходить по верху трубы запрещается. Трубопровод разрешается ремонтировать только при использовании подмостей на нем, а если труба большого диаметра, то и стремянок для подъема на трубу. Работая на трубопроводе с уклоном свыше 20° , а также при любом уклоне спускаясь

в трубопровод, забитый шугой, нужно привязываться веревками.

При открывании люков в трубопроводе, забитом шугой или льдом, гайки отвинчивают постепенно, чтобы образовать небольшую щель для постепенного спуска воды. Рабочим следует остерегаться, чтобы не попасть под струю с напором.

Если крайне необходимо включить в работу выведенное для ремонта оборудование, дежурный может это сделать до возвращения наряда с уведомлением об окончании работ и даже в отсутствие бригады при следующих условиях: 1) уведомлен об этом ответственный руководитель работ или лицо, выдавшее наряд; 2) временные ограждения сняты, а постоянные установлены на место; 3) плакат «Работать здесь» заменен плакатом «Под напором» и, кроме того, в местах работ расставлены люди, которые предупредят бригаду, что возобновлять работы нельзя.

При оформлении окончания работ дежурный должен лично убедиться, что не только все надводные и подводные работы прекращены и все люди ушли, но и все плавучие средства поставлены у причалов.

В машинном зале ГЭС можно использовать переносные светильники только при напряжении 12 в.

Все вращающиеся и движущиеся части гидромеханического оборудования следует ограждать. Полы машинного зала должны быть сухими.

2. Требования безопасности при эксплуатации и ремонте гидротехнических сооружений

Все мостики, переходы и проемы, напорные бассейны и головные участки холостых водосбросов ограждают перилами высотой не менее 1 м. В необходимых местах упомянутые части сооружений, а также бровки водоемов ночью освещают. В опасных местах проездов (у шахт, колодцев, водоемов) ночью ставят световые сигналы. Отстойные бассейны суточного регулирования полностью ограждают, а для обслуживающего персонала делают запирающиеся калитки. Зоны водоспусков, ливнеспусков и акведуков ограждают с установкой знаков, запрещающих проход.

При ремонте земляных плотин на откосах с крутизной более 1 : 3 для прохода персонала укладывают стремянки шириной не менее 0,6 м.

Построенные или реконструированные боны, запаны и плоты принимает специальная комиссия. К этим сооружениям предъявляется ряд требований (Л-21). В частности, ширина бонов, на которых работают или передвигаются люди, должна быть на равнинных реках не менее 1 м. Работать на запанях и бонах по пропуску льда или мусора разрешается только при возникновении на гидросооружении аварийного состояния. Работы на воде и под водой вблизи гидротехнических сооружений выполняют по специальным нарядам, которые выдаются не более чем на одни сутки.

Если в исключительных случаях при расчистке мусора на сороудерживающих решетках нужно передвигаться по слою мусора, то надо обвязываться веревкой и работать вдвоем.

Нельзя держаться за тросы мусороочистительной машины или приспособления. Расчищать пробки мусора «на себя» запрещается. Решетки с электрообогревом необходимо заземлять.

Правила безопасности при опорожнении и наполнении водохранилища или верхнего бьефа сводятся к тому, что нужно вывести из бьефа, где будет прибывать вода, всех рабочих, а также предупредить местные власти в зоне верхнего и нижнего бьефов. При промывках верхних бьефов гидромониторами и т. д. нельзя передвигаться по наносным отложениям грунта без дощатого настила, без обвязки веревкой и в одиночку.

Запрещается проводить ремонтные работы при неполном закрытии отверстия водосброса или при сильной фильтрации в нем. Работая на водосбросе, нужно обвязываться веревками. На подъемных механизмах затвора, находящегося в ремонте, нужно вывешивать запрещающие плакаты. Линии к электроприводам затворов необходимо обесточить, а на ручные приводы повесить замок.

Ремонтные работы на деривационных каналах без их выключения разрешаются лишь в исключительных случаях, причем вдоль канала протягивают предохранительные веревки, а движение с грузом ближе чем на 1 м от бровки канала запрещается.

Перед заполнением канала (после ремонта) дежурные проверяют, все ли люди и стройматериалы удалены. При наполнении или опорожнении канала персоналу запрещается ходить по бровкам.

При выводе туннеля в ремонт специальное лицо наблюдает за состоянием затворов на входе в него воды. При вводе его в работу после ремонта лицо, выдавшее наряд, лично обходит туннель и убеждается в том, что люди выведены, а материалы и инструмент убраны.

Перед расчисткой шуговых пробок снижают уровень в бьефе и выпускают из начальных участков деривации всю воду, чтобы расчистку вести с верховой стороны с вывозом льда к верхнему бьефу.

Все искусственные водные бассейны, созданные ГЭС, могут представлять опасность при купании или плавании в них на легких судах, так как изменение их режима не может предвидеться посторонними. Поэтому, кроме охраняемой запретной зоны, которая обычно имеется лишь около крупных ГЭС, по всему берегу водохранилища устанавливают предупредительные знаки, указывающие правила использования водоема для переправ, купаний и т. п. Опасной зоной в водохранилище считается участок ниже кривой спада воды. На средних и крупных (несельских) ГЭС эта кривая лежит не ближе 2 км к плотине, а на сельских ГЭС может отстоять от плотины на несколько десятков метров. На деривационных ГЭС весь участок верхнего бьефа опасен. Плавать на чем бы то ни было в бассейне суточного регулирования или в отстойных бассейнах в период их эксплуатации запрещается. Нельзя также плавать на лодке вдоль бона и причаливать к нему с верхней стороны при поверхностной скорости течения воды более 0,2 м/сек.

Переправляться через водоемы рабочим разрешается только по приспособленным для этого бонам, мостикам или на лодках, отвечающих следующим требованиям: а) грузоподъемность лодки указана на ее бортах, а загружается она так, что борта возвышаются над водой не менее чем на 20 см; б) каждая лодка снабжена двумя спасательными кругами, двумя шарами, спасательным поясом, запасным веслом и черпаком для отлива воды.

Категорически запрещается переправляться: а) на неисправных лодках, на спаренных или одиночных бревнах или на плотях, не соответствующих необходимым требованиям безопасности; б) при шторме; в) при интенсивном движении молевой древесины (сплавляемой россыпью), при ледоходе, подвижках льда, а также при мусороходе; г) ночью в неосвещенных местах.

Нельзя перевозить концы тросов с одного берега на другой на лодке (например, при установке запани) — надо перетягивать трос с помощью легкого вспомогательного каната, перевозимого на лодке.

До образования льда толщиной 8 см ходить по нему запрещается. Вообще передвижение по льду разрешается только в случае крайней необходимости с разрешения начальника гидроузла (ГЭС) и по дощатым настилам. При передвижении по шуговым зажорам (например, чтобы установить взрывчатку) надо обвязываться веревкой и проверять путь багром.

При скалывании льда на затворах плотины или при вырубке шахты во льду для взрывчатки также следует привязываться. Во время взрыва нельзя находиться на льду; на берегу нужно отойти на 2 м от льда, чтобы не быть облитым водой, прорвавшейся из-под льда. Существуют специальные правила безопасности по взрывным работам (Л-2, т. II). Эти работы выполняют специально обученные лица.

На стационарном и головном узлах гидросооружений зимой оборудуют специальные помещения с температурой не ниже 25°C для обогрева и отдыха персонала, работающего на расчистке сооружений от льда и шуги. Этот персонал снабжают валенками, полшубками, ватными стегаными брюками и куртками, перчатками или рукавицами. При работе на воде или в мокрых местах персоналу выдают резиновые сапоги и брезентовые костюмы. Персоналу машинного зала и гидроузла зимой выдают перчатки, а летом солнечные очки.

3. Первая помощь утопающему и при обмороживании

Весь персонал должен знать приемы по оказанию первой помощи утопающим, при обмороживании, травмах и солнечных ударах.

Утопающего прежде всего следует доставить на берег и, если он захлебнулся, удалить воду из дыхательных путей и желудка и делать искусственное дыхание. Для удаления воды пострадавшего кладут животом на согнутое колено спасателя так, чтобы голова и ноги пострадавшего свешивались, и несколько раз слегка нажимают на спину пострадавшего.

При обмороживании рекомендуется постепенно отогревать отмороженное место в теплой воде, начиная с комнатной температуры и кончая $+37^{\circ}\text{C}$. Если первую помощь приходится оказывать на морозе, для восстановления кровообращения можно растирать обмороженное место сухими чистыми суконными тряпками, но не снегом, так как эффективность такого растирания невелика, а кристаллики льда, содержащиеся в снегу, вызывают мелкие ранения кожи и способствуют заражению обмороженного места, возникновению осложнений. После того как обмороженное место в результате растирания или отогревания в воде покраснеет, его рекомендуется смазать борным вазелином или другим несоленым жиром и наложить на него повязку. Обмороженную конечность лучше поднимать вверх: это уменьшает боль и опасность осложнений.

4. Лабораторно-практические занятия (во время производственной практики)

1. Определить, соответствует ли лодка требованиям безопасности.

2. Освоить практически правила безопасности при установке запаней и бонов, при работах по пропуску шуги, ледохода, молевого леса, мусора, при очистке сороудерживающих решеток, при ремонте турбин, трубопроводов, туннелей и т. д.

Контрольные вопросы

1. Укажите основные требования безопасности, которые должны соблюдаться при эксплуатации и ремонтах гидротурбин и трубопроводов (или гидросооружений).

2. В чем состоят правила безопасности при переправах рабочих ГЭС на лодках?

3. Как оказать первую помощь утонувшему после доставки его на берег, если он захлебнулся?

4. Как оказать первую помощь при обмороживании?

2

ОСНОВЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Глава VIII

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА НА СЕЛЕ

1. Общие сведения

Пожарная охрана предприятий и жилых домов предназначена для борьбы с возможностью возникновения или распространения пожаров (противопожарная профилактика), а также для тушения пожаров, если они возникли, спасения людей или хозяйственных и культурных ценностей.

Разработка противопожарных норм, правил и инструкций по проектированию, строительству и эксплуатации зданий и установок, а также надзор за соблюдением этих правил осуществляются Управлением пожарной охраны Министерства охраны общественного порядка. Районный инспектор пожарной охраны, обнаружив нарушение правил пожарной охраны, предписывает руководителю предприятия устранить их и за невыполнение предписания может оштрафовать виновного. Непосредственный виновник нарушения правил может быть наказан в административном порядке или привлечен к уголовной ответственности.

В городах и во многих райцентрах имеются профессиональные пожарные команды, которые часто используются для тушения пожаров и в прилегающей сельской местности. Но основную роль в пожарной охране на селе играют добровольные пожарные дружины (сокращенно ДПД) или существующая в некоторых союзных республиках пожарно-сторожевая охрана. Количество членов ДПД

устанавливается по согласованию с местными органами пожарного надзора.

Члены ДПД имеют ряд льгот: за участие в тушении пожара в рабочее время им платят из расчета среднемесячной заработной платы; их жизнь застраховывается за счет средств предприятия; им предоставляют дополнительно до 6 дней отпуска в год, выдают спецодежду пожарников. Члены ДПД хранят в боевой готовности пожарную технику, изучают ее и способы тушения пожаров, регулярно проводят учебные тревоги, принимают участие в проверке средств пожаротушения на объектах, источников пожарного водоснабжения, выполнения правил пожарной безопасности, а также ведут массовую разъяснительную и агитационную работу среди населения. Для этой цели используются беседы, лекции, плакаты, кинофильмы. В своей работе ДПД совхозов и колхозов руководствуются типовым положением о пожарной охране (Л-17).

Ответственность за организационную подготовку и материально-техническое обеспечение ДПД несут сельсоветы и райсоветы депутатов трудящихся.

В случае пожара в сельской местности все трудоспособное взрослое население немедленно должно явиться для тушения пожара с тем видом пожарного инвентаря, который заранее определен начальником ДПД для жителей этого двора (лопата, багор, топор, ведро).

Наиболее часто пожары в сельской местности происходят по следующим причинам: 1) нарушение правил устройства или эксплуатации отопительных приборов; 2) неосторожное обращение с огнем на производстве или в быту; 3) неправильное устройство или нарушение правил использования осветительных приборов; 4) разряды грозовые или от статического электричества; 5) неисправность машин и производственного оборудования и несоблюдение правил их эксплуатации (искры от двигателей внутреннего сгорания, короткие замыкания или замыкания на землю в электроустановках, недопустимые перегрузки проводов, перегрев и искрение в местах плохих контактов, взрывы паровых котлов); 6) самовозгорание сельскохозяйственных продуктов или топлива (уголь, сено и т. д.).

Меры пожарной профилактики подразделяются на организационные (создание ДПД, массовая разъяснительная работа среди населения) и технические.

К техническим мероприятиям относятся следующие: применение особых конструкций электрооборудования в пожароопасных или взрывоопасных помещениях, запрет пользоваться неисправными печами, машинами, электроприборами, а также открытым огнем в местах хранения или использования легковоспламеняющихся жидкостей, устройство молниеотводов. К техническим относятся также мероприятия, ограничивающие распространение возникшего пожара (огнестойкое строительство, соблюдение противопожарных разрывов между зданиями и пр.), мероприятия, позволяющие успешно эвакуировать людей, животных и хозяйственные ценности из горящих зданий (устройство необходимого количества дверей, коридоров требуемой ширины, запрет загромождать их и т. д.), мероприятия, облегчающие тушение пожаров (устройство пожарных лестниц, пожарных наблюдательных вышек, водоемов, подъездов к ним и к зданиям, пожарной связи и сигнализации и т. п.). Для выяснения причин пожара и устранения их каждый случай пожара в сельской местности необходимо расследовать и составить акт.

2. Подразделение производств и помещений или наружных установок по пожарной опасности

Предусматриваемые при проектировании зданий и установок противопожарные мероприятия прежде всего зависят от степени пожарной опасности производственного процесса. Согласно «Противопожарным нормам строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест (Н102—54)» (Л-2, т. I), производства и соответствующие производственные помещения делятся по степени пожарной опасности на пять категорий. К категории А относятся, например, склады бензина, карбида, баллонов с водородом или ацетиленом, помещения для стационарных аккумуляторных батарей на электростанциях и подстанциях. К категории Б относится мазутное хозяйство электростанций, дробильные установки фрезерного торфа, выбойные и размольные отделения мельниц. К категории В — склады горючих и смазочных материалов (без бензина), помещения электрических распределительных устройств (РУ) с трансформаторами или другими маслонаполненными аппаратами (содержащими более 60 кг

масла в самом объемистом), столярные и лесопильные цехи, заводы первичной сухой обработки льна, конопля, хлопка, зерновые элеваторы и зерноочистительные отделения мельниц. К категории Г относятся РУ с малообъемными масляными выключателями (менее 60 кг масла в каждом), котельные, машинные залы электростанций, кузницы, цеха термообработки металлов или сварки. К категории Д — насосные станции по перекачке негорючих жидкостей, компрессорные, цеха по холодной обработке негорючих материалов, предприятия по переработке молочных, рыбных и мясных продуктов.

С точки зрения требований к конструкции электрооборудования все помещения и наружные установки разделяют на классы по пожарной опасности и взрывоопасности (ПУЭ, главы: VII-3 и VII-4) (Л-12).

Пожароопасными называются помещения или наружные установки, в которых применяются или хранятся горючие вещества. Взрывоопасными называются помещения и наружные установки, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси горючих газов или паров с воздухом или кислородом, а также взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при переходе их во взвешенное состояние. Очевидно, что взрывоопасные помещения являются опасными и в пожарном отношении. Требования к электрооборудованию взрывоопасных помещений более жестки.

Взрывоопасные помещения класса В-I — это помещения, в которых выделяются горючие газы или пары с такими свойствами и в таком количестве, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси не только при аварийных, но и при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, находящихся в открытых сосудах, и т. д.

В помещениях класса В-Ia взрывоопасные смеси газов или паров с воздухом могут образовываться только в результате аварий или неисправностей. Поэтому опасность несколько меньше. Примером помещений, относящихся к этому классу, являются аккумуляторные на электростанциях и подстанциях, если нет автоматического отключения батареи от зарядного агрегата в случае аварийного прекращения работы вентиляции.

Помещения класса В-Іб отличаются от В-Іа одной из следующих особенностей, дополнительно уменьшающей опасность: 1) горючие газы в этих помещениях обладают высоким нижним пределом взрываемости и резким запахом при предельно допустимых по санитарным нормам концентрациях, что позволяет обнаружить неисправность, когда взрыв еще невозможен; сюда относятся, например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок; 2) при аварии возможна лишь местная взрывоопасная концентрация; 3) легко воспламеняющиеся горючие газы или жидкости имеются в помещении в небольших количествах, и работа с ними ведется в вытяжных шкафах.

Установки класса В-Іг — это наружные установки, содержащие взрывоопасные газы, пары, горючие или легко воспламеняющиеся жидкости, где взрывоопасные смеси возможны только в результате аварии или неисправности. К этим установкам относятся, например, бензохранилища на открытой площадке.

Помещения класса В-ІІ и В-ІІа отличаются от помещений класса В-І и В-Іа только тем, что взрывоопасные смеси с воздухом образуются не газами или парами, а горючими пылями или волокнами. К помещениям В-ІІа можно отнести, например, мельницы.

Если рядом со взрывоопасным помещением любого класса, кроме В-Іб и В-ІІа, находится невзрывоопасное помещение, но отделенное от взрывоопасного только одной стеной с дверью без тамбура, позволяющего открыть одновременно только одну из дверей, то это соседнее помещение считают взрывоопасным, но следующего, менее опасного класса.

Пожароопасные помещения класса П-І — это помещения, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45°C (при меньшей температуре вспышки помещение относится к взрывоопасным). К классу П-І относятся, например, помещения с установками для регенерации трансформаторного масла или с трансформаторами и другой маслонаполненной аппаратурой.

В помещениях класса П-ІІ выделяются горючие волокна или пыль, переходящие во взвешенное состояние, но не образующие взрывоопасных концентраций либо из-за физических свойств пыли или волокон (влажность, степень

измельчения и т. д.), либо из-за недостаточно большого количества пыли или волокон (например, деревообделочные цеха, зерносушилки и молотильные сараи, устройства углеподачи на электростанциях).

К помещениям класса П-IIa относят производственные и складские помещения, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества (древесину, ткани), но без образования значительного количества пыли.

Установками класса П-III считаются наружные установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45°C (например, открытые склады минеральных масел), а также твердые горючие вещества (например, открытые склады угля, торфа, леса).

3. Электрооборудование взрывоопасных и пожароопасных помещений и установок

Электрооборудование называется взрывозащищенным, если его конструкция позволяет безопасно использовать его во взрывоопасном помещении любого или некоторых

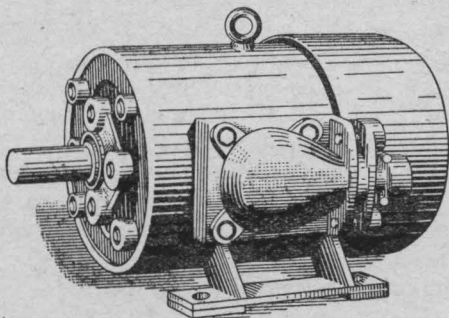


Рис. 48. Асинхронный взрывонепроницаемый электродвигатель типа КО (с наружным обдувом).

классов и если оно признано взрывозащищенным уполномоченной на то организацией. По исполнению взрывозащищенное электрооборудование может быть: а) взрывонепроницаемое (оболочки машин и аппаратов в случае воспламенения внутри них взрывоопасной смеси выдерживают полное давление взрыва, и пламя не передается

в окружающую среду) (рис. 48); б) повышенной надежности против взрыва (электрические машины и аппараты изготовлены так, чтобы исключалась возможность возникновения электрической дуги, искр или опасных температур там, где этого не должно быть при нормальной работе, а нормально искрящие части конструируют в любом другом взрывозащищенном исполнении, например взрывонепроницаемыми) (рис. 49); в) с масляным наполнением (все нормально искрящие или неискрящие части погружены в масло или часть их, например присоединительные зажимы, заключены во взрывонепроницаемую оболочку) (рис. 50); г) продуваемое под избыточным давлением (машину или аппарат заключают в плотно закрытую оболочку, продуваемую чистым воздухом, имеющим внутри оболочки избыточное давление, чтобы взрывоопасная смесь из помещения не могла в нее проникнуть); д) искробезопасное, у которого при нормальной работе или при любых возможных повреждениях могут возникать лишь искры, практически не способные воспламенить данную взрывоопасную среду; е) специальное, то есть основанное на иных принципах, чем указанные выше, например герметичное и наполненное воздухом или инертным газом без продувки.

Подробные сведения о взрывозащищенном электрооборудовании приведены в соответствующих каталогах или справочниках (например, Л-22). Там же, а также в ПУЭ

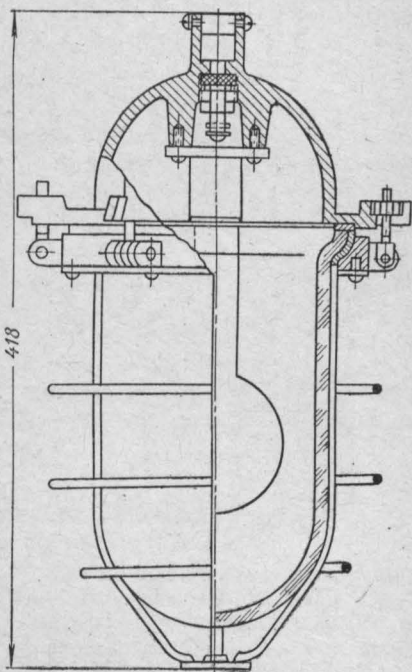


Рис. 49. Светильник повышенной надежности против взрыва типа НОБ-300.

(глава VII-3) даны и подробные рекомендации по выбору исполнения и типа машины или аппарата в том или ином случае, в частности в зависимости от газов или паров, образующих взрывоопасную смесь. Вообще для взрывоопасных помещений и установок всех классов, кроме В-Іб и В-Іа, как правило, следует применять взрывозащищенные машины и аппараты, а для В-Іб и В-Іа обычно до-

пускается применять просто пыленепроницаемое (закрытое) исполнение.

Электропроводки во взрывоопасных помещениях прокладывают в стальных герметизированных трубопроводах, которые испытывают определенным избыточным давлением в зависимости от класса взрывоопасного помещения. Для низковольтных осветительных сетей в помещениях В-Іа, В-Іб и В-Іа допускаются проложенные открыто небронированные кабели с резиновой изоляцией в свинцовой или полихлорвиниловой оболочке и трубчатые провода при отсутствии механических и химических воздействий

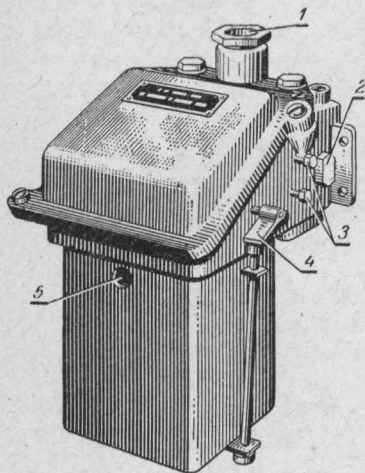


Рис. 50. Маслонаполненный магнитный пускатель:

1 — кабельный ввод; 2 — заглушка отверстия для ввода проводов в трубе; 3 — заземляющие винты; 4 — рукоятка управления; 5 — маслоуказатель.

на электропроводку. Допускаются и высоковольтные кабели с бумажной изоляцией, проложенные в кабельных каналах в полу помещений всех классов с засыпкой каналов песком. Для питания кранов и тельферов в помещениях класса В-Іб допускаются даже голые троллеи при определенных условиях их прокладки и при использовании кранов или тельферов только во время отсутствия взрывоопасной концентрации.

Во взрывоопасных помещениях предъявляются более жесткие требования к исполнению заземлений.

В пожароопасных помещениях и установках можно применять закрытые или закрытые обдуваемые электро-

двигатели (например, типа АО), а в помещениях класса П-IIa даже просто защищенные (например, типа А), но во всех пожароопасных помещениях искрящие части машин (контактные кольца) необходимо заключать в пыленепроницаемые колпаки, как у двигателей типа АК. Аппараты и приборы с искрящими частями в помещениях П-II могут быть просто пыленепроницаемыми, но для класса П-I должны быть маслonaполненными. Неискрящие аппараты могут иметь закрытое исполнение. В помещениях П-IIa и в установках П-III для неискрящих аппаратов допускается защищенное исполнение или открытое, но в закрытом шкафу. Светильники в пожароопасных помещениях должны иметь пыленепроницаемое исполнение, за исключением П-IIa, где допускаются и открытые исполнения светильников («Универсаль» без стеклянного колпака и т. д.), а также установок П-III, где могут применяться и влагозащищенные светильники. Электропроводки в пожароопасных помещениях, как правило, должны быть защищенными, то есть иметь поверх изоляции металлическую или иную оболочку для защиты от механических повреждений (обмотка и оплетка пряжей не считаются такой защитой).

4. Огнестойкость строительных материалов и зданий

Согласно упоминавшимся противопожарным нормам (Н102—54), строительные материалы и конструкции по степени огнестойкости подразделяются на следующие три группы:

1) нескгораемые, которые под действием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются (кирпич, бетон, черепица);

2) трудноскгораемые материалы — с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника огня (саман, камышит); трудноскгораемыми считаются конструкции, выполненные из трудноскгораемых материалов или из скгораемых, но оштукатуренные или облицованные нескгораемыми материалами;

3) скгораемые, которые могут гореть или тлеть и после удаления источника огня, вызвавшего воспламенение материала (дерево, толь и т. д.).

В зависимости от материалов и конструкций, из которых построены стены, перекрытия и другие части зданий, здания делятся на пять групп (по степени огнестойкости всего здания).

Здания I и II степени огнестойкости имеют все элементы несгораемые и различаются между собой только пределом огнестойкости материалов в часах. Это время, в течение которого не теряется несущая способность строительных конструкций или в них не появляются сквозные трещины или температура на противоположной от огня стороне не достигает 150° . Например, заполнитель каркасных стен у первой группы имеет этот предел не менее 1 ч (кирпич, шлакобетон и т. п.), а у второй группы — 0,25 ч (асбестоцемент, армопеносиликатные плиты, волнистая сталь).

Здания III степени огнестойкости имеют все элементы несгораемыми, кроме перегородок и междуэтажных или чердачных перекрытий, которые могут быть трудносгораемыми.

IV группа зданий имеет несгораемыми только брандмауэры, то есть специальные глухие противопожарные стенки, разделяющие здание на части. Несущие стены, колонны, перегородки и заполнение каркасных стен у зданий IV степени огнестойкости — трудносгораемые, а бесчердачные перекрытия — сгораемые.

У зданий V степени огнестойкости все элементы — из сгораемых нештукатуренных строительных материалов.

Согласно параграфу 85 «ПТЭ сельских электроустановок» (Л-10), сельские электростанции могут располагаться в зданиях следующих групп по огнестойкости: тепловые электростанции мощностью более 1000 *квт* — в зданиях I, II или III степени огнестойкости; мощностью от 101 до 1000 *квт* включительно — в зданиях III и IV степени; мощностью до 100 *квт* включительно — в одноэтажном здании IV степени огнестойкости. Гидроэлектростанции мощностью 301—3000 *квт* — в зданиях III степени огнестойкости; мощностью до 300 *квт* — в зданиях IV степени. При мощности более 180 *квт* здания закрытых подстанций и закрытых РУ должны быть I или II степени огнестойкости.

Аналогичные требования предъявляются и к животноводческим и другим производственным зданиям.

5. Противопожарные требования к планировке сельских населенных мест и электроустановок

Сельскохозяйственные постройки следует проектировать в виде отдельных комплексов: а) жилые и общественные здания; б) животноводческие постройки; в) закрытые и открытые склады хлеба, сена и т. п., а также молотильные и сушильные тока; г) закрытые склады нефтепродуктов емкостью от 11 до 250 *т*, основные склады зерна и фуража, помещения для первичной обработки волокнистых культур; д) хозяйственные склады нефтепродуктов до 10 *т*, крупные мастерские, огневые сушилки, расходные склады лесоматериалов; е) электростанции, мельницы, гаражи, кузницы, небольшие ремонтные мастерские; ж) базисные склады нефтепродуктов емкостью 251—600 *т*; з) предприятия по переработке пищевого сырья.

Отдельные здания внутри комплекса, а также крайние здания разных комплексов должны иметь между собой противопожарные разрывы не менее определенного расстояния, зависящего от степени огнестойкости зданий и от комплекса, в который они входят. Эти разрывы указаны в «Противопожарных нормах планировки сельских населенных мест (Н130—55)» (Л-17).

Например, минимальное расстояние между зданиями комплекса а (жилые и общественные) — 9 м (для степеней огнестойкости I, II и III). Между зданиями производственного комплекса е, куда входят и электростанции, минимальное расстояние — 12 м (при I и II степенях огнестойкости), а минимальное расстояние от крайних зданий производственного комплекса е до других комплексов — 40 м (до жилого комплекса или до комплекса животноводческих построек).

Подстанции типа киоск мощностью до 640 *кв*а разрешается располагать на расстоянии 3 м от зданий I—III степеней огнестойкости или 5 м от зданий IV и V степеней, причем ближайшая стена здания должна быть глухой. Воздушные ТП нужно располагать не ближе чем в 5 м от зданий I и II степеней и не ближе 10 м от зданий III—V степеней огнестойкости.

От закрытых распределительных устройств (РУ) подстанций напряжением 35/6—10 или 110/35/6—10 *кв* до производственных зданий и сооружений I—II степеней должно быть расстояние не менее 10 м, при III степени —

12 м, при IV—V степенях 16 м. Эти расстояния увеличивают на 3 м, если в здании размещается производство категории А или Б (например, мельница).

От маслонаполненных аппаратов открытого РУ до зданий электростанций или подстанций и вспомогательных должно быть расстояние не менее 16 м, если здание относится к I или II степени огнестойкости, а масла во всей аппаратуре РУ не более 50 т. Если же здание, например, IV или V степени, а масла больше 50 т, то 30 м. Когда речь идет о трансформаторе, обслуживающем это здание (подстанцию или цех с производством категорий Г и Д), то допускается значительно более близкое расстояние: 0,8 м от кожуха трансформатора до стены. Если здание IV или V степени огнестойкости, то эта стена должна быть выполнена как брандмауэр и возвышаться над сгораемой крышей на 0,7 м. Если здание относится к I—III степеням огнестойкости, то в стене, ближайшей к трансформатору, могут быть и окна, расположенные выше крышки трансформатора, но не открывающиеся. Допускается, чтобы они открывались, если они расположены в промежутках между трансформаторами при ширине промежутка не менее 4 м. Если трансформатор, обслуживающий здание, стоит на расстоянии 5—10 м от здания I—III степеней, то в стене здания могут быть и негораемые двери (обитые листовой сталью). При расстоянии более 10 м от здания I и II степеней огнестойкости специальных требований к ближайшей стене не предъявляется.

Разрешается размещать внутрицеховые подстанции с трансформаторами в основных и вспомогательных помещениях производств, отнесенных к категории Г и Д.

Определенные противопожарные разрывы необходимо соблюдать также между животноводческими постройками, элеваторами, нефтескладами и осью железнодорожной линии с паровозной тягой. Соблюдаются противопожарные разрывы также между складами топлива и лесными массивами или посевами.

Ко всем жилым, общественным и производственным зданиям, а также к трансформаторам на открытых РУ должны вести проезжие в любое время года подъезды не менее чем с двух сторон здания. Проезжую часть подъезда нужно делать шириной не менее 3,5 м (к трансформатору — 3 м).

Важным требованием противопожарной профилактики при планировке производственных объектов, является размещение их вблизи естественных источников пожарного водоснабжения или проектирование искусственных пожарных водоемов вблизи объекта. Производственно-хозяйственные комплексы следует планировать с подветренной стороны по отношению к жилой части населенного пункта.

Во всех сельских населенных пунктах нужно строить пожарные депо или сараи, обслуживающие территорию в радиусе до 1,5 км при использовании конных ходов или до 3 км при использовании автомобилей.

6. Противопожарные требования при проектировании строительной части зданий и электрических распределительных устройств

В каждом здании должно быть необходимое количество выходов для эвакуации людей, скота или птицы. В жилых и общественных зданиях количество выходов устанавливают по наибольшему допускаемому расстоянию до выхода в зависимости от группы огнестойкости здания. Например, для жилых комнат с дверью в тупиковый коридор от двери до выхода из коридора наружу или на лестничную клетку допускается не более 25 м (в здании I—II степеней огнестойкости) или не более 10 м (в здании V степени). Во всех общественных зданиях делают не менее двух выходов. Все двери на пути эвакуации должны открываться в сторону выхода; существуют определенные нормы на высоту дверей и проходов, ширину коридоров, лестничных маршей и лестничных клеток, ворот в животноводческих постройках и т. д.

Согласно противопожарным нормам строительного проектирования сельскохозяйственных предприятий сельских населенных мест (ВСН 01—58) МСХ СССР (Л-17), для животноводческих построек количество ворот устанавливается в зависимости от допускаемого количества животных на одни ворота. Например, в коровниках V степени огнестойкости можно делать одни ворота на 25 голов, а в овчарне — на 200 голов.

В закрытых высоковольтных РУ должно быть два выхода по концам при длине РУ от 7 до 60 м. При меньшей длине можно делать один выход, а при большей требуются

еще дополнительные выходы, чтобы расстояние от любой точки коридора обслуживания или взрывного коридора до выхода не превышало 30 м. Двери выходов из РУ должны открываться наружу и без ключа со стороны РУ. Двери из помещений, содержащих маслонаполненные аппараты с количеством масла более 60 кг в единице, должны быть несгораемыми или трудносгораемыми, если они выходят в помещения, не относящиеся к данной подстанции, или находятся между отсеками РУ.

Противопожарные нормы устанавливают максимальную площадь здания или отдельной его части, ограниченной брандмауэрами. Например, для птичников V степени огнестойкости эта площадь не должна превышать 1100 м², а при III степени — 2400 м².

Чтобы ограничить распространение пожара при взрывах и течах маслонаполненных аппаратов в РУ, их размещают в отдельных камерах. В каждой камере масляных трансформаторов делают отдельный выход наружу или в помещение с несгораемым полом, не содержащее огнеопасных и взрывоопасных аппаратов или производств. Измерительные трансформаторы напряжения независимо от количества масла в них можно устанавливать в ячейках РУ, открытых в общий коридор. В каждой камере под трансформатором устраивают порог или корыто.

Баковые масляные выключатели при весе масла более 25 кг в единице размещают внутри глухих взрывных камер с дверью, ведущей наружу или во взрывной коридор. Допускается устанавливать в открытых ячейках РУ баковые масляные выключатели и с большим весом масла (до 60 кг), если в данной установке у выключателя имеется запас отключаемой мощности по отношению к максимальной возможной мощности тока короткого замыкания не менее чем в 20%. Горшковые масляные выключатели устанавливают в открытых ячейках РУ.

В камерах трансформаторов, масляных выключателей и других маслонаполненных аппаратов с дверями, выходящими наружу, при расположении камер на первом этаже какие-либо маслосборные устройства под аппаратами с количеством масла до 600 кг не требуются. При большем количестве масла нужно устраивать пандус или порог в дверном проеме из несгораемого материала, рассчитанный на удержание 20% масла. Нужно также принять меры против растекания масла через кабельные каналы.

Если камеры находятся над подвалом или на втором этаже или если двери из камер ведут не наружу, а во взрывной коридор, устраивают маслоприемник при количестве масла более 60 кг. Если масла меньше 600 кг, маслоприемник делают в виде приямка, порога или пандуса, способных удержать в камере весь объем масла. Если масла больше 600 кг или аппараты с количеством масла 60—600 кг расположены в комплектных РУ внутренней установки или во внутрицеховых подстанциях, делают бетонированный маслоприемник площадью не менее площади основания маслonaполненного аппарата. Он может быть рассчитан на полный объем масла, тогда его закрывают решеткой с насыпанным на нее слоем гравия толщиной 25 см. Можно выполнять этот маслоприемник на 20 % полного объема масла и делать его без решетки, но тогда в маслоприемнике делают слив для масла в аварийный резервуар, рассчитанный на полный объем масла в аппарате с наибольшим количеством масла. Со стороны маслоприемников маслоотводные трубы защищают медными сетками.

Площадку под маслonaполненными аппаратами, установленными на открытых РУ, в том числе под трансформаторами с содержанием масла более 1000 кг в единице, покрывают крупным и чистым гравием или непористым щебнем, который насыпают прямо на поверхность земли (без какого-либо углубления). Слой гравия должен иметь толщину не менее 25 см и выступать за габариты трансформатора во все четыре стороны не менее чем на 1 м. Площадку планируют так, чтобы при аварии масло стекало из-под гравия через систему отвода ливневых вод в овраг, реку и т. д. Чтобы масло не попадало в кабельные каналы и тому подобные углубления, их защищают небольшим земляным валом. Фундаменты под маслonaполненные аппараты выполняют из несгораемых материалов и поднимают над слоем гравия не менее чем на 10 см.

Для безопасного в пожарном отношении вывода дымовых или выхлопных труб локомобильных или дизельных электростанций через крышу применяют песочницы. Это ящики из листовой стали, врезанные в перекрытие и заполненные песком, как показано на рисунке 51. Между песочницей и деревянными конструкциями прокладывают асбест. Для выгребания золы и шлака перед фронтом котла

там делают настил из рифленого железа. Если выхлопная труба ДВС выведена через стену, она должна отстоять от сгораемого карниза не ближе 0,7 м и возвышаться над кровлей минимум на 1 м.

Между кирпичными печными трубами и сгораемыми конструкциями перекрытия и кровли оставляют зазор 10 см или трубу в этом месте делают толще (два кирпича). Перед топкой на полу укладывают железный лист. В одноэтажных зданиях фундамент печи делают отдельно от фундамента стен, чтобы печь не трескалась из-за осадки

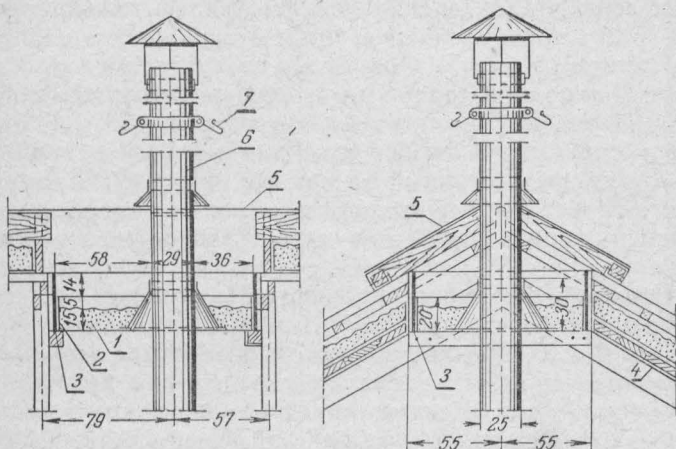


Рис. 51. Песочница (в разрезе):

1 — песок 1,5 см; 2 — ящик из листовой стали; 3 — прокладка асбеста; 4 — штукатурка; 5 — кровля из листовой стали; 6 — вытяжная труба из листовой стали; 7 — крючья для растяжек.

фундамента здания. В животноводческих и птицеводческих постройках устраивать временные печи запрещается.

Топки и стенки печей не должны выходить непосредственно в стойла. Их следует ограждать барьерами из несгораемых или трудносгораемых материалов. Боровые обогреватели нельзя прокладывать на чердаках. Толщина наружных стен печи должна быть не менее 0,5 кирпича; эти стены должны быть оштукатурены или защищены кожухом из листового железа.

При центральном отоплении трубопроводы прокладывают на расстоянии не менее 5 см от деревянных конструкций.

При проектировании основных производственных объектов и общественных зданий необходимо также предусмотреть телефонную связь их с пожарным депо. На мощных электростанциях или в музеях, в крупных библиотеках часто применяют также специальную пожарную сигнализацию с кнопочными или автоматическими извещателями, реагирующими на дым или повышение температуры в помещении. Широко используется на селе и общая звуковая пожарная сигнализация (колоколом).

7. Требования противопожарной профилактики на складах и в хранилищах

Склад нефтепродуктов располагают с соблюдением определенных противопожарных расстояний до других сооружений, зданий, дорог, лесных массивов и посевов. Если склад или нефтебаза размещены на склоне холма или на берегу реки, нужно, чтобы ниже их не было построек, а ниже по течению реки — деревянных мостов или других сооружений, которым угрожал бы пожар при растекании нефтепродуктов. Противопожарные разрывы нужно соблюдать и между отдельными резервуарами или сооружениями на самом складе. Кроме того, между ними устраивают земляные валы. Территорию нефтебазы ограждают забором и окапывают канавой. Бригадные нефтесклады опаживают полосой шириной 1,5 м. В топливохранилищах сельских электростанций устраивают вытяжную систему, обеспечивающую надежную вентиляцию любой части хранилища.

На территории нефтесклада нельзя курить, пользоваться керосиновыми фонарями, заводить двигатели трактора или автомобиля, заправлять их. Не допускается въезжать на территорию нефтесклада на газогенераторных автомобилях.

Для того чтобы предотвратить накопление статического электричества и образование искр при переливании нефтепродуктов, заземляют все металлические резервуары, в том числе автоцистерны во время слива и налива, а также металлические трубопроводы (не менее одного заземления на каждые 200 м длины); между звеньями трубопровода устанавливают металлические перемычки; поплавки указателей уровня в резервуарах соединяют гибким проводником с корпусом резервуара; на резиновые шланги

для перекачки нефтепродуктов навивают проволоку, соединяющую наконечник с заземленным металлическим трубопроводом.

Разлитые нефтепродукты засыпают землей. Используемый обтирочный материал собирают в металлический ящик с крышкой.

Порожние бочки из-под нефтепродуктов нужно хранить отдельно. Открывать бочки нужно специальными ключами; употреблять для этого зубила и молотки запрещается.

На нефтескладе должен быть щит с противопожарным инвентарем и средства пожаротушения (песок, огнетушители, кошма). На нефтебазе нужно иметь также пожарный насос.

Светильники, выключатели и электропроводка на территории бензохранилищ должны соответствовать требованиям, предъявляемым к установкам класса В-Іг (искробезопасное исполнение, проводка в стальных трубах или бронированным кабелем), а на складах трансформаторного масла и т. п. — к установкам класса П-ІІІ (пыленепроницаемое, влагозащищенное исполнение, проводка в стальных трубах или бронированным кабелем и, если кабель проложен по эстакаде, он должен быть без волокнистого покрытия поверх брони).

Склады угля и торфа представляют собой или открытые площадки, иногда с навесами, или угольные ямы и подвалы.

По склонности к самовозгоранию каменные и бурые угли разделяют на две группы: а) устойчивые — антрацит и тощие угли (марки Т), б) опасные — все остальные каменные и все бурые угли. Опасен также кусковой и фрезерный торф.

Самовозгорание происходит за счет тепла, выделяющегося в горючем веществе при определенных условиях в результате химических, биологических и физических процессов. Самовозгорание обнаруживается, в частности, по белому налету на поверхности, по появлению пара, едкого дыма и оседанию части штабеля, по таянию снега.

Нельзя хранить в общем штабеле опасные и устойчивые угли. Опасные угли хранят в штабелях высотой не более 2,5 м (а в подвалах — не более 1 м) и шириной до 20 м (длина не ограничивается). Между штабелями соблюдают расстояние не менее 1 м. При укладке угля каждый его

слой уплотняют катками, следя за тем, чтобы в штабель не попадали тряпки, трава, солома, бумага, щепки или торф. Если торф или уголь в штабеле разгорелись до температуры выше 60°C, штабель дополнительно утрамбовывают. Тушить загоревшийся уголь в штабелях водой нельзя. Очаги разогревшегося фрезерного торфа или угля нужно изъять из штабеля. Горение торфа можно прекратить, засыпая горящее место сырым торфом и разбирая штабель кускового торфа или поливая его водой.

Автомобили и другие машины, работающие на складах торфа, должны иметь искрогасители. Курить на складах запрещается.

Опоры навесов, полы, стены и перекрытия подвалов, используемых под угольный склад, делают из негорючего материала. Площадку под открытый склад очищают от мусора и травы.

Склады лесоматериалов и деревянной тары необходимо ограждать. Лесоматериалы следует хранить в штабелях высотой не более 4 м с разрывами между ними не менее 3 м. Нельзя курить на территории склада. Территорию склада нужно систематически очищать от коры, щепы, опилок и другого мусора, а в жаркие дни поливать водой. Склад должен быть обеспечен средствами тушения пожара.

Постоянные склады зерна (например, семенного) строят из негорючих материалов или из сгораемых, но оштукатуренных или обмазанных огнезащитным составом. При засыпке, сортировке или очистке зерна выделяется много пыли, которую надо регулярно убирать.

Электрооборудование зернохранилища нужно подбирать так, чтобы оно удовлетворяло требованиям, предъявляемым к помещениям класса П-II. Светильники и аппараты (выключатели, пускатели) устанавливать пыленепроницаемые, а распределительные щитки с предохранителями располагать в соседних непожароопасных помещениях. Проводку можно выполнять изолированными проводами на напряжение 500 в на изоляторах, но не допускается открытая проводка по деревянным нештукатуренным стенам и потолкам или по деревянной подшивке крыш.

Временные склады зерна следует устраивать на полях, когда зерно нуждается в послекомбайновой обработке (сушка, очистка). Площадку под склад нужно опаживать

полосой шириной не менее 3 м. Курить здесь запрещается. Используемые на току ДВС необходимо оборудовать мокрыми искрогасителями (например, в виде бочки, через которую проходят выхлопные газы и которая наполовину заполнена водой).

Основные требования противопожарной профилактики на складах необмолоченного хлеба — не курить и соблюдать противопожарные разрывы между скирдами или между ними и дорогами (20 м), населенными пунктами или хвойными лесами (200 м). Солому складывают на расстоянии не менее 100 м от мест обмолота, а от скирд необмолоченного хлеба — 200 м. Нельзя размещать скирды вблизи воздушных электрических линий или линий связи. На крытых молотильных токах можно держать не более суточного запаса необмолоченного хлеба.

Важнейшие требования противопожарной профилактики при уборке урожая: инструктаж работников, круглосуточная охрана урожая и установление противопожарного режима на полях, который предусматривает противопожарную подготовку полей и токов и тщательную проверку противопожарной подготовленности машин, в частности проверку обеспечения их искрогасителями и противопожарным инвентарем. Прокосы и обкосы загонов для уборочных агрегатов используют и для противопожарной пропашки полос шириной не менее 3 м. Обкосы с пропашкой выполняют между хлебными массивами и торфяниками, лесами, полосой отчуждения железных дорог.

8. Требования противопожарной профилактики при эксплуатации электроустановок и сварке

Правила противопожарной профилактики при эксплуатации частично совпадают с требованиями техники безопасности (например, меры безопасности, предотвращающие взрывы газов или угольной пыли, своевременная проверка изоляции и замена электропроводок и т. п.).

В помещениях, где установлены локомобили или ДВС, нельзя хранить топливо к ним или смазочные и обтирочные материалы в количестве, превышающем суточный расход: масло нужно хранить в специальных масленках или металлических бачках, использованный обтирочный материал собирать в металлический ящик с крышкой и ежедневно убирать.

Растопочный факел следует хранить в металлическом стакане, сделанном из трубы, для предохранения факела от воспламенения при случайном попадании на него искр, горячего плака и т. д. Запрещается применять при растопке котла или газогенератора бензин, керосин или другие легковоспламеняющиеся вещества.

Запрещается открывать люк зольника газогенераторной установки раньше люка загрузочного бункера, так как иначе пламя и горячие газы будут выходить в помещение. Нельзя сушить топливо у стенок газогенератора, которые сильно нагреваются.

При работе котлов на жидком топливе под кранами, форсунками, топками и другими местами, где может капать топливо, нужно устанавливать противни для сбора топлива и воды от сконденсировавшегося пара. Это имеет не только противопожарное значение, но и помогает содержать полы сухими и чистыми.

Нельзя курить или применять огонь в помещениях пылеприготовительных устройств (при питании котлов угольной пылью), а также выполнять сварочные работы на действующем пылеприготовительном оборудовании.

Передвижную электростанцию электростригального пункта устанавливают от него на расстоянии не менее 15 м.

В лесу, в поле, в степи и в других местах, где возможны низовые пожары, для защиты от них деревянных опор высоковольтных линий вокруг каждой ноги опоры, вырывают канаву глубиной 0,3—0,4 м и шириной 0,6 м на расстоянии 1,6—2 м от опоры. От опоры до наружного края этой канавы трава расти не должна. Этого можно добиться, обрабатывая землю пиритными огарками или некоторыми другими химическими веществами.

При сушке трансформатора с маслом методом индукционных потерь нельзя применять для тепловой изоляции горючие материалы, курить в помещении, где установлен трансформатор, пользоваться спичками или свечами для чтения показаний термометров.

В помещении, где сушится трансформатор с маслом или само масло, необходима вентиляция. При сушке масла фильтр-прессом промывку и сушку фильтровальной бумаги выполняют в разных помещениях и притом вне помещения, где стоит фильтр-пресс.

Нельзя допускать перегрузки электропроводок и коротких замыканий, плохих непропаянных контактов

(скруткой), которые могут искрить или перегреваться, а также применять плавкие предохранители на неизвестный или завышенный ток, по сравнению с расчетным.

Опасно заклеивать электропроводку обоями, завешивать плакатами, оттягивать провода проволокой или нитками, вешать одежду на ролики, устраивать бумажные или тканевые абажуры, непосредственно касающиеся лампы накаливания, ставить нагревательные электроприборы на сгораемое основание, оставлять их без присмотра или под надзором детей.

Для предотвращения пожаров из-за коротких замыканий необходимо соблюдать требования ПУЭ еще при монтаже электропроводок не только в пожароопасных, но и в сухих отапливаемых или неотапливаемых помещениях. В частности, при пересечении между собой незащищенных изолированных проводов с расстоянием между ними менее определенной величины (см. ПУЭ, гл. II-1) требуется на каждый из пересекающихся проводов надеть неразрезанную изоляционную трубку и закрепить ее на месте пересечения.

Расстояние от трубопроводов до пересекающих проводов, в том числе защищенных, делают не менее 50 мм, а если трубопровод с горючей жидкостью — 100 мм. При параллельной прокладке соответственно 100 и 250 мм. Проход через стены незащищенных изолированных проводов выполняют в неразрезанных изоляционных полутвердых трубках, причем при проходе через наружную стену или стену между помещениями, из которых хотя бы одно сырое, каждый провод прокладывают в отдельной трубке. Трубки оконцовывают со стороны сухих помещений изолирующими втулками, а со стороны сырых или с улицы — воронками, причем если есть разница во влажности или температуре по сторонам стены, воронки заливают изолирующим компаундом.

Не следует включать электрические звонки, рассчитанные на пониженное напряжение, не через понижающий трансформатор, а последовательно с добавочным сопротивлением, например в виде лампы. Это опасно для жизни людей, нажимающих кнопку звонка, и, кроме того, может привести к пробое изоляции звонковой катушки и короткому замыканию.

Электропроводку и электродвигатели нужно своевременно ремонтировать, не допуская провисания проводов.

В помещении сварочной или газорезательной мастерской нельзя хранить легковоспламеняющиеся вещества (керосин, паклю). Нужно соблюдать также минимально допустимые расстояния между сварочной дугой и баллонами с горючим газом или газогенератором и другие требования к размещению баллонов, газогенераторов и барабанов с карбидом.

Деревянные стены, расположенные ближе 5 м от сварочных или газорезательных постов, должны быть оштукатурены или обиты листовым асбестом или листовой сталью в замок по войлоку, смоченному в глиняном растворе. Вести сварку в помещениях с дощатыми полами нельзя. Если приходится выполнять сварку в животноводческих и других подобных помещениях, до ее начала все строительные конструкции или предметы из сгораемых материалов на расстоянии менее 4 м от места сварки следует надежно изолировать от пламени ширмами или прокладками из несгораемых материалов.

9. Лабораторно-практические занятия

1. Определить степень огнестойкости заданных строительных материалов или зданий с теми или иными конструкциями.

2. Определить категорию заданного производства по пожарной опасности и класс заданного взрыво- или пожароопасного помещения или установки.

3. Перечислить основные противопожарно-профилактические требования к заданным помещениям или элементам электроустановок.

4. Обследовать заданные электроустановки и выявить в них нарушения требований противопожарной профилактики.

Контрольные вопросы

1. По каким причинам чаще всего начинаются пожары в сельской местности?

2. Как подразделяют по пожарной опасности производства и помещения?

3. Какие конструктивные исполнения различают у взрывозащищенного электрооборудования?

4. Каким требованиям противопожарной профилактики должны удовлетворять электрооборудование и электропроводки в пожароопасных (или во взрывоопасных) помещениях?

5. Как классифицируют строительные материалы и здания по степени огнестойкости?

6. В чем состоят основные противопожарные требования к планировке электроустановок в сельских населенных пунктах?

7. Какие противопожарные правила необходимо соблюдать при проектировании закрытых (или открытых) электрических распределительных устройств высокого напряжения?

8. Какие требования противопожарной профилактики необходимо соблюдать при устройстве отопительных печей, вывода дымовых труб локомотивов или ДВС?

9. Перечислите требования противопожарной профилактики к складам нефтепродуктов (или угля, торфа, лесоматериалов, зерна).

10. Какие правила противопожарной профилактики необходимо соблюдать при эксплуатации электроустановок, при сварочных работах?

Глава IX

СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

1. Противопожарное водоснабжение

Вода является наиболее употребительным средством тушения пожаров. Она охлаждает горящую поверхность, особенно при испарении; струя воды препятствует доступу воздуха к пламени, водяной пар понижает концентрацию горючих газов и кислорода вокруг горящего вещества. Горение большинства горючих веществ прекращается при снижении концентрации кислорода в воздухе до 14%. Воду не применяют лишь для тушения более легких, чем она, горючих жидкостей и складов с веществами, которые при взаимодействии с водой выделяют горючие газы (карбид кальция), а также пожаров в электроустановках под напряжением, так как вода проводит ток и пожарный может получить электрический удар.

Противопожарным водоснабжением необходимо обеспечивать все населенные места и производственные предприятия, кроме предприятий с производством категории Д в отдельных зданиях I и II степеней огнестойкости объемом не более 1000 м³ и населенных пунктов, застроенных в 1—2 этажа, с числом жителей до 100 человек.

Для тушения пожаров в населенных местах с количеством жителей до 8000 или на предприятиях категории В, Г и Д с потребным расходом воды на наружное тушение до 20 л/сек воду можно забирать непосредственно из естественных водоемов (рек, прудов), если они распо-

ложены от построек не далее 200 м и имеются автонасосы или 150 м при наличии мотопомп и 100 м при ручных насосах.

Количества воды в водоисточнике должно быть достаточно для наружного тушения пожара в течение расчетной продолжительности пожара ($t_{\text{п}} = 3$ ч) для здания, требующего наибольшего расхода воды на тушение пожара.

Расчетный расход воды q для сельских населенных мест, в том числе для усадеб совхозов и РТС, принимается 5 л/сек при количестве жителей до 5000 человек или 10 л/сек при большем количестве жителей (до 10 000 человек). Для производственных зданий расчетный расход определяется по таблице 8.

Таблица 8

Расчетный расход воды на тушение пожара
для производственных зданий

| Степень огнестойкости | Категории производств по пожарной опасности | Объем здания (тыс. м³) | | | | |
|--------------------------|--|------------------------|-----|------|-------|----------|
| | | до 3 | 3—5 | 5—20 | 20—50 | более 50 |
| I и II | Г, Д | 5 | 5 | 10 | 10 | 15 |
| | А, Б, В | 10 | 10 | 15 | 20 | 30 |
| III | Г, Д | 5 | 10 | 15 | 25 | 35 |
| | В | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 |
| IV и V | Г, Д | 10 | 15 | 20 | 30 | — |
| | В | 15 | 20 | 25 | — | — |

Необходимое количество воды на 1 пожар определяется по формуле:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 q t_{\text{п}} (\text{м}^3).$$

Если естественный водоисточник расположен близко и содержит необходимое количество воды, то достаточно обеспечить подъезды к нему в любое время года и устроить водозаборную площадку (рис. 52). Она должна выдерживать нагрузку от автомобиля с насосом, иметь перила по бокам и упорный брус со стороны водоисточника. Высоту площадки над уровнем низших вод нужно выбирать не больше максимальной высоты всасывания применяемых насосов с учетом длины имеющихся всасывающих рукавов.

Для ускорения забора воды зимой в водоеме устраивают незамерзающие проруби в виде бочки, вмороженной в

лед вниз дном так, чтобы дно ее было ниже слоя льда на 20 см. Верхнее отверстие бочки закрывают крышкой и засыпают навозом, соломой и снегом. Такую прорубь отмечают воткнутой рядом вешкой. При пожаре утепляющий слой сбрасывают и выбивают дно бочки. У мелководных или пересыхающих рек устраивают простейшие запруды или котлованы, соединенные с рекой канавой. Если подходящего естественного водоисточника поблизости нет, устраивают открытые или закрытые искусственные водоемы необходимого объема.

Открытые водоемы в песчаных и супесчаных грунтах должны иметь стенки, покрытые глиняным, асфальтовым

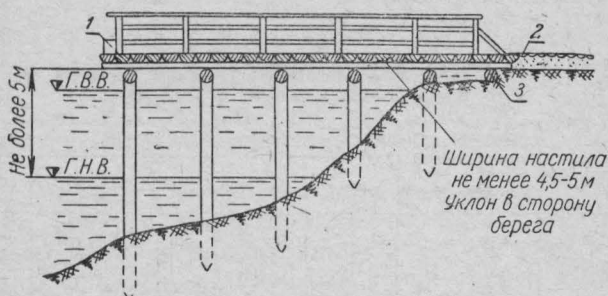


Рис. 52. Пожарная водозаборная площадка на сваях:

1 — упорный брус; 2 — одиночное мощение; 3 — береговой брус.

или другим водонепроницаемым слоем. В качестве пожарных водоисточников могут быть использованы шахтные и трубчатые колодцы с установкой около них чанов, заблаговременно заполненных водой. Емкость чанов может быть меньше Q_p с учетом возможности получать воду во время пожара и непосредственно из колодца.

Противопожарный водопровод необходимо устраивать на крупных предприятиях с площадью застройки более 20 га или с расчетным пожарным расходом воды на наружное тушение более 20 л/сек. Противопожарные водопроводы обычно объединяют с хозяйственно-питьевыми или производственными. Если источник водоснабжения не обеспечивает расчетного расхода воды, нужен резервуар с запасом воды, который может служить также для хозяйственно-питьевых и производственных нужд, но для этих целей воду берут в средней части резервуара, а при по-

жаре — со дна: необходимое количество воды для тушения пожара при этом обеспечивается.

Сеть противопожарного водопровода на охраняемой от огня территории оборудуют пожарными гидрантами (рис. 53). Это колонка, установленная на магистрали водопровода диаметром не менее 100 мм. Шаровой клапан 1, запирает выход воды вверх, через корпус 2. Клапан открывается при опускании стержня 3 с квадратной головкой вверху. Штуцеры 4 предназначены для присоединения выкидных рукавов (шлангов) для наружного тушения пожаров. Наземные гидранты зимой необходимо утеплять. У подземных гидрантов верхняя часть, так называемый стендер, снимается. Это позволяет закрывать колодец с гидрантом и предохраняет гидрант от наездов транспорта и от замерзания, но на отыскание люка колодца зимой или ночью и на установку стендера при пожаре требуется дополнительное время. Гидранты устраивают на расстоянии не более 100 м друг от друга.

Противопожарные водопроводы бывают высокого или низкого давления. При высоком давлении напор в сети должен быть таким, чтобы обеспечить компактную струю не менее чем на 10 м вверх от пожарного ствола (от наконечника пожарного рукава), расположенного на уровне самой высокой точки наиболее высокого здания. Такой напор создается пожарными насосами, постоянно установленными на насосной станции водопровода. При низком давлении напор в водопроводной сети при тушении

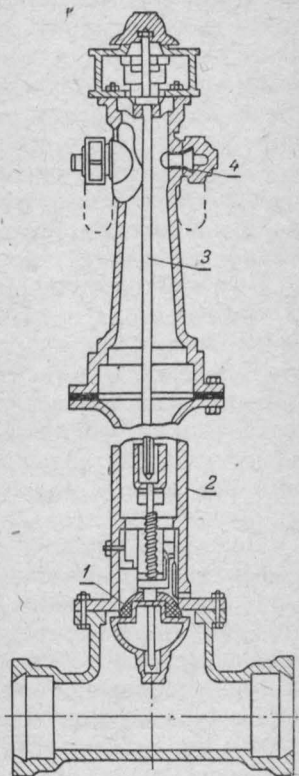


Рис. 53. Пожарный наземный гидрант:

1 — шаровой клапан; 2 — корпус; 3 — стержень; 4 — штуцеры.

пожара должен быть не менее 10 м от уровня земли. Если необходимо повысить напор, воду от гидранта к горящему зданию подают передвижным насосом.

Внутри здания размещают пожарные краны с постоянно присоединенными к ним рукавами длиной 10—20 м, скатанными в спираль. В помещениях с производствами категорий А и Б расстояние между кранами делают таким, чтобы при развернутых рукавах в любую точку здания могли попадать струи от двух ближайших кранов, а в помещениях категорий Г и Д любого объема или В с объемом до 1000 м³ — от одного. Расход воды на внутреннее тушение пожара составляет минимум 5 л/сек, при расчетах его добавляют к расходу на наружное тушение пожара.

Внутренний пожарный водопровод не устраивают на складах металла, в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости, в которых находится несгораемое оборудование или материалы, или в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости объемом не более 1000 м³ с производствами категорий Г и Д.

2. Технические средства тушения пожаров

Пожарные рукава подразделяются на всасывающие и выкидные. Всасывающие рукава изготовляют длиной 2 и 4 м, диаметром 25—125 мм из двух слоев резины и нескольких слоев прорезиненной ткани. Чтобы рукав не сплющивался из-за вакуума, внутри него между слоями резины проложена проволоочная спираль. На нижнем конце рукава имеется сетка, предохраняющая насос от попадания в него мусора. Всасывающие рукава надо тщательно оберегать от проколов и порезов.

Выкидные рукава служат для подачи воды от насоса, гидранта или пожарного крана к месту пожара. Они бывают прорезиненные (изнутри) и непрорезиненные — из льняной ткани, которая почти не пропускает воду, так как набухает при намокании. На конце рукава укрепляют металлический пожарный ствол со сменными sprысками (соплами), которые позволяют получать компактную или распыленную струю.

Кроме пожарных автомобилей (автонасосы или автоцистерны с насосами и др.), ДПД сельскохозяйственных предприятий могут использовать для тушения пожаров

автобензозаправщики, автожижеразбрасыватели и дождевальные установки, если оснастить их дополнительными простыми приспособлениями.

К автобензозаправщику нужно добавить выкидной пожарный рукав диаметром 51 мм со стволом и со специальной переходной гайкой на нагнетательный трубопровод насоса для прикрепления пожарного рукава. Заправщики имеют цистерны емкостью 2—3,7 м³ и насос производительностью 400 л/мин при напоре 50 м водяного столба. Высота всасывания 4 м.

Те же добавления нужны к автожижеразбрасывателю, только вместо переходной гайки нужна переходная муфта с соединительной головкой. Вода выбрасывается из цистерны автожижеразбрасывателя под давлением отработавших газов двигателя. Длина компактной части струи при этом получается 14—16 м. Высота всасывания при наполнении цистерны 3 м.

Чтобы использовать для тушения пожара насос передвижной дождевальной установки (производительностью 30 л/сек при напоре 80 м водяного столба), нужно изготовить переходную муфту, которую ввертывают вместо насадки большого сопла и используют для присоединения пожарного рукава. Малое сопло надо заглушить.

Целесообразно также оборудовать 1—2 трактора, имеющие вал отбора мощности, коловратным фланцевым насосом НКФ-54 или шестеренчатым пожарным насосом ПНШ-3. Первый имеет производительность 900 л/мин при напоре 60 м водяного столба и высоте всасывания 6 м, а второй — 220 л/мин при напоре 50 м и высоте всасывания 4 м. Все противопожарное оборудование размещается на специально изготовленном тракторном прицепе. Такие агрегаты могут тушить пожары при любом бездорожье и подавать воду на хозяйственные нужды. Наличие насоса не мешает использованию трактора на других работах, если прицеп отцепить.

Для подачи воды при пожаре широко используют мотопомпы, например типа М-600 (производительность 600 л/мин). Эта мотопомпа состоит из бензинового двигателя мощностью 12 л. с. и центробежного одноступенчатого насоса на общем валу, которые смонтированы на рамесалазках с ручками для переноски. Мотопомпа весит с топливом 69 кг. Она может подавать воду по непрорези-

ненным рукавам диаметром 51 мм на расстояние до 240 м при спрыске диаметром 16 мм. Наибольшая высота всасывания 5 м.

Сельские ДПД нередко используют ручные двухцилиндровые пожарные насосы ПН-90, ПН-100 и ПН-120. Они приводятся в движение одновременно четырьмя людьми со сменой их через каждые 10 мин. Производительность, например, у насоса ПН-100 — 200 л/мин при 30—35 двойных качаниях в минуту. Длина струи 25 м, наибольший напор 40 м водяного столба, а высота всасывания 7—8 м.

Для тушения очага начинающегося пожара могут быть весьма эффективны гидропульты, обслуживаемые одним человеком.

Гидропульт-ведро (рис. 54) представляет собой небольшой ручной насос 1, встроенный в ведро 2 емкостью 15 л. К насосу присоединен резиновый выкидной рукав 3 со стволом. Производительность гидропульта-ведра 8 л/мин. Дальность струи до 10 м.

Пожары часто гасят пеной, которую в сельских условиях получают главным образом от ручных огнетушителей. Пена отделяет горящую поверхность от воздуха и, кроме того, несколько охлаждает ее.

На рисунке 55 показан разрез пенного огнетушителя типа ОП-5. Он состоит из стального корпуса 1, содержащего 9 л щелочного раствора в воде (в основном содового), и полиэтиленового или стеклянного стакана 2 с кислотной смесью (в основном из серной кислоты и сернокислого окисного железа $Fe_2(SO_4)_3$, повышающего количество и прочность пены).

Чтобы привести огнетушитель в действие, надо взять его за ручку 3 одной рукой и повернуть другой рукой рукоятку 4 вверх на 180°, отчего откроется клапан 8. После этого огнетушитель переворачивают вверх дном и направляют спрыск 7 на пламя. При этом сода взаимодействует с кислотой и образуется много углекислого газа, который вспенивает содержимое огнетушителя. ОП-5 выбрасывает 55 л пены на расстояние 6—8 м в течение 1 мин.

В отличие от старых конструкций огнетушителей «Богатырь» (ОП-1 и ОП-3), снятых с производства, огнетушитель ОП-5 не надо ударять обо что-либо. Стакан с кислотной частью заряда в ОП-5 не должен разбиваться. Это предотвращает самопроизвольные разряды огнетушителя от толчков и засорение spryska во время работы огнетушителя осколками разбитых колб с кислотной частью заряда.

Корпуса огнетушителей подвергают гидравлическим испытаниям в течение 1 мин давлением 20 *ати* при приемке, а затем 25% всех огнетушителей данного предприятия испытывают через год, 50% — через 2 года и 100% — через 3 года эксплуатации. Заряды огнетушителей сохраняют свои свойства 5—6 лет, поэтому после испытания их используют снова.

В электроустановках часто гасят пожары с помощью углекислотных огнетушителей, так как углекислота в отличие от химической пены не проводит электрический ток и не портит оборудования или материалов.

Углекислотный огнетушитель ОУ-2 (рис. 56) состоит из стального баллона 1 емкостью 2 л, где под давлением 170 *ати* находится 1,5 кг жидкой углекислоты, вентиля 3 с сифонной трубкой 5 и раструба 4. Имеется предохранитель 2 с мембраной, рассчитанной на разрыв при повышении давления в баллоне до 220 *ати* (в случае повышения температуры баллона выше +50°C).

Чтобы привести огнетушитель в действие, нужно взять его за рукоятку одной рукой, а другой рукой направить

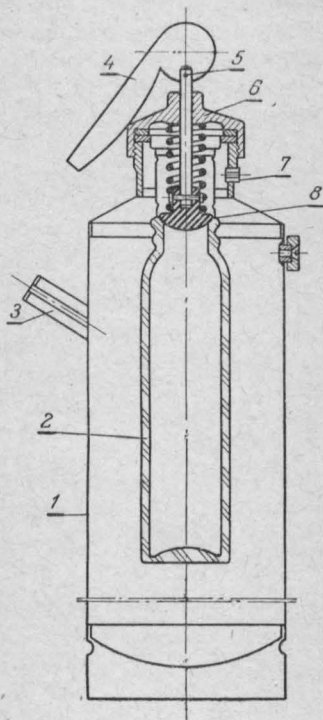


Рис. 55. Пенный огнетушитель ОП-5:

1 — корпус; 2 — стакан с кислотной частью заряда; 3 — ручка; 4 — рукоятка; 5 — шток; 6 — крышка; 7 — sprysk; 8 — клапан.

раструб 4 на горящий предмет и открыть вентиль с помощью маховичка. Жидкая углекислота, выходя через раструб, расширяется и при этом охлаждается до образования мелких снежных хлопьев. Струя газа и снега длиной 1,5 м уменьшает концентрацию кислорода и горючих паров в зоне горения и охлаждает поверхность горящего вещества. Огнетушитель действует не менее 30 сек. Нельзя держать баллон горизонтально, так как это уменьшает эффективность действия огнетушителя.

Огнетушители ОУ-5 и ОУ-8 отличаются от ОУ-2 в основном емкостью баллона (5 и 8 л), длиной струи газа (2 и 3,5 м) и временем действия (не менее 35 и 40 сек). Раструб-снегообразователь присоединен к ОУ-8 плангом длиной 0,8 м.

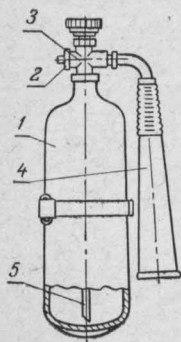


Рис. 56. Углекислотный огнетушитель ОУ-2:

1 — баллон; 2 — предохранитель; 3 — запорный вентиль; 4 — раструб-снегообразователь; 5 — фонная трубка.

Корпуса углекислотных огнетушителей гидравлически испытывают ежегодно в течение 1 мин давлением 225 атм. В процессе эксплуатации эти огнетушители периодически взвешивают, чтобы убедиться, что огнетушитель не саморазрядился. Если вес огнетушителя меньше, чем 6,25 кг у ОУ-2, или 13,35 кг у ОУ-5, или 19,7 кг у ОУ-8, то огнетушитель надо перезарядить.

Кроме ручных, бывают перевозимые углекислотные огнетушители, например УП-2М с двумя баллонами, а также стационарные установки, которые автоматически приводятся в действие при срабатывании релейной за-

щиты крупных генераторов от внутренних повреждений.

Песок и земля, как и пена, отделяют горящую поверхность от воздуха, но они почти не держатся на вертикальных поверхностях и на поверхности горючих жидкостей, так как имеют больший удельный вес. Однако, благодаря своей доступности, песок и земля широко используются для тушения пожаров, особенно там, где нельзя применять воду. Поэтому в пожарный инвентарь непременно входят лопаты. Для тушения пожаров созревшего хлеба, леса и т. п. можно

использовать землеройные механизмы, которые позволяют не только окопать горящий участок, но и забросать огонь землей.

Можно гасить начинающийся пожар асбестовым полотном, брезентом или войлочной кошмой и любыми подобными предметами, оказавшимися под руками (ватник, шинель). Они затрудняют доступ воздуха к горящей поверхности.

3. Нормы обеспечения средствами тушения пожаров сельских электроустановок и других производственных объектов

Количество необходимого пожарного оборудования и первичных средств пожаротушения для машинного зала сельских электростанций определяют из расчета на агрегат в зависимости от типа электростанций. Например, на локомобильной или паротурбинной электростанции на каждый агрегат нужно иметь * один огнетушитель ОП-5 (или ОП-3), два углекислотных огнетушителя, асбестовое полотно или войлочную кошму размером 2×2 м и, кроме того, на каждые две топки котла при жидком топливе еще один ОП-5, ящик с песком емкостью $0,5 \text{ м}^3$ и лопату, а при твердом топливе можно иметь один огнетушитель без песка. На дизельных электростанциях на агрегат необходимы два огнетушителя ОП-5, один углекислотный, один ящик с песком ($0,5 \text{ м}^3$) и лопата. В конденсаторном помещении конденсационной электростанции на пять электромоторов нужен один ОП-5, два ОУ-5 и три ящика с песком.

В закрытых подстанциях 6—10/0,4 кВ на каждые 100 м^2 полагается один огнетушитель ОП-5, ящик с песком и лопата.

В помещениях пульта управления электростанций на каждые 25 м^2 площади полагается один углекислотный огнетушитель, один ящик с песком и лопата. То же полагается в высоковольтных РУ с масломполненными аппаратами, содержащими не более 20 кг масла в каждом, на каждые 20 м длины коридора. То же нужно на одну или две смежные взрывные камеры с баковыми масляными выключателями.

* «Нормы первичных средств пожаротушения для производственных, складских, общественных и жилых помещений», 1950.

На открытых РУ высокого напряжения или при открытой установке трансформаторов с общим весом масла всех маслонаполненных аппаратов до 5 т полагается иметь: два огнетушителя ОП-5 и два углекислотных (а если аппаратов более двух, то пенных и углекислотных по 1 шт. на каждый аппарат), асбестовое полотно или войлочную кошму размером 2×2 м и три ящика с сухим песком емкостью по $0,5 \text{ м}^3$ с лопатами. При общем весе масла от 5 до 25 т принимают на один пенный огнетушитель больше. При весе масла 25—50 т предусматривают четыре ОП-5, три углекислотных, четыре ящика с песком и лопатами и одну кошму.

В аккумуляторном помещении следует иметь один пенный огнетушитель и один углекислотный.

В помещении с центрифугами и фильтрпрессами для очистки трансформаторного масла на каждый агрегат требуются два углекислотных огнетушителя, один ОП-5, один ящик с песком и лопатой и одна кошма. Кроме всего перечисленного, нужно иметь на электростанции на каждые 5000 м^2 площади помещений четыре выкидных пожарных рукава, два гидропульт-ведра, два пожарных топора, два лома, два багра, два ведра и дополнительно два огнетушителя.

В сельскохозяйственных постройках (коровниках, птичниках, свинарниках) полагаются на 100 м^2 площади помещений: один пенный огнетушитель, бочка с водой емкостью 250 л и ящик с песком. На мельницах — то же, но без ящика с песком. На насосных станциях на каждые 200 м^2 площади — один пенный и один углекислотный огнетушители.

На складах зерна, муки на каждые 200 м^2 пола полагаются один пенный огнетушитель и четыре бочки с водой; на каждый бунт сена или соломы или штабель дров — пенный огнетушитель и бочка с водой. То же — на 200 м^2 территории складов торфа или 500 м^2 складов каменного угля. На 300 м^2 открытой площади для хранения нефтепродуктов в бочках — то же и, кроме того, два пожарных ведра.

На складах, как и на электростанциях, должны быть также пожарные рукава, лом, багор, два гидропульт-ведра, пожарные топоры и лопаты.

4. Лабораторно-практические занятия

1. Изучить устройство пожарного насоса, гидропульта, огнетушителя; практически привести их в действие.

2. Зарядить пенный огнетушитель (для этого необходимо руководствоваться «Инструкцией по приемке, зарядке и эксплуатации ручных химических пенных огнетушителей» ЦНИИПО и получить разрешение и необходимые материалы у руководителя ДПД).

3. Проверить сохранность заряда углекислотного огнетушителя взвешиванием.

4. Провести гидравлическое испытание корпуса огнетушителя.

5. Изучить (на объектах практики) приспособления для использования сельскохозяйственной техники при пожаре.

Контрольные вопросы

1. Как подсчитать необходимое количество воды для тушения пожара?

2. Как устроен пожарный гидрант?

3. Какие технические средства тушения пожаров можно использовать в сельской местности?

4. Как устроен огнетушитель типа ОП-5 (или ОУ-2) и как привести его в действие?

5. Как определить необходимое количество средств для тушения пожара в сельской электроустановке?

Глава X

ТУШЕНИЕ ПОЖАРА

1. Организация работы по тушению пожара

Начальник ДПД, прибыв на пожар, должен немедленно начать разведку пожара, чтобы установить: 1) есть ли угроза людям, животным и имуществу; где они находятся, как их можно эвакуировать; 2) где и что горит; 3) размеры и пути распространения пожара; 4) силы и средства, необходимые для тушения пожара; 5) куда подавать струи воды; 6) где нужно разбирать конструкции зданий. Начальник ДПД должен следить за обстановкой и в процессе тушения пожара.

ДПД и население при пожаре разделяются на четыре отряда:

1. Отряд тушения спасает людей в горящих зданиях, прокладывает пожарные рукава и управляет пожарными стволами или тушит пожар водой из бочек и ведер, эвакуирует скот и имущество из горящих зданий, разбирает здания, если это нужно для облегчения тушения пожара. В этот отряд включают (кроме членов ДПД) население, прибывшее с лестницами, баграми, топорами, пилами.

2. Отряд водоснабжения обслуживает пожарные насосы и, когда нужно, доставляет воду к ним или непосредственно к горящему объекту, а если воды нет, то обеспечивает отряд песком, снегом или другими средствами тушения огня. В отряд включают прибывающих на пожар с ведрами, веревками, лопатами.

3. Отряд защиты предохраняет от загорания здания, расположенные вблизи горящего объекта, и, если нужно, разбирает на них соломенные и драночные крыши, а также сараи и заборы. В этот отряд включают население, прибывшее на пожар с ведрами, швабрами, лестницами, граблями, пилами, топорами, ломami, веревками.

4. Отряд охраны охраняет эвакуируемые из зоны пожара скот и имущество, помогая отряду тушения в их эвакуации, особенно из зданий, соседних с горящим, и оказывает первую медицинскую помощь пострадавшим. В этот отряд включают население, прибывшее на пожар с носилками, веревками и рядом.

2. Особенности тушения пожаров на различных объектах

Горючие жидкости, в частности на складах нефтепродуктов, целесообразно гасить либо густой пеной, либо распыленной струей воды, которая может применяться для гашения нефти, мазута, масел, спирта. Струю пены из огнетушителя нужно направлять так, чтобы она не разбрызгивала горящую жидкость, а скользила по ее поверхности или попадала в борт резервуара с внутренней стороны.

Огонь в резервуаре можно погасить, закрыв горловину крышкой, набросив брезент или кошму. Надо опасаться взрыва неполного резервуара с бензином или вскипания и выбросов из резервуара нефти, мазута, масла.

Жидкость, горящую на земле или на полу, надо тушить, начиная с краев с наветренной стороны и постепенно покрывая пеной всю поверхность. Ближайшие к огню резервуары на нефтебазе надо охлаждать водой.

Пожары в электроустановках под напряжением, загоревшиеся двигатели внутреннего сгорания, трансформаторы и другие маслonaполненные аппараты лучше всего тушить ручными, перевозимыми или стационарными углекислотными огнетушителями и установками.

При пожаре в электроустановках, а также в ремонтных мастерских, на складах лесоматериалов и т. д. воду и пенные огнетушители можно применять только после полного снятия напряжения как с электропроводки горящей части здания, склада или электроустановки, так и с тех частей, которых может коснуться струя. Струю следует направлять в место наиболее интенсивного горения, начиная сверху. Штабеля лесоматериалов, соседние с горящим, тоже поливают водой. О тушении торфа и угля в штабелях см. п. 7, гл. VIII.

Из гаражей и сараев для хранения автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин одновременно с тушением пожара надо эвакуировать машины. При этом струи воды направляют как на горящие, так и на ближайшие к огню машины.

Нужно опасаться взрыва топливных баков на горящих автомашинах и тракторах или мелкой тары с горюче-смазочными материалами. Ее нужно эвакуировать в первую очередь.

Для эвакуации скота или птицы из горящего животноводческого помещения надо использовать все выходы наружу в стороне от очага пожара, избегая образования заторов, в частности из-за попыток животных, особенно мелких, вернуться в горящее помещение. Молодняк и мелкий скот особенно подвержены панике во время пожара. Эвакуируя овец и коз, нужно в первую очередь вывести вожака стада, а затем выгонять остальных. Свиной вытаскивают из горящего помещения за уши или за задние ноги. Корову, если она упирается, выводят, закрыв ей глаза мешком или одеждой. Лошадь легче вывести, если надеть на нее узду, хомут или седло.

Начинающийся пожар зерновых на корню тушат, забрасывая огонь землей, заливая его водой, затаптывая или захлестывая ветками, мешками, снятой одеждой. Если

погасить пожар не удастся, то до прибытия помощи надо ограничить распространение пожара, опавав или окопав место пожара с подветренной стороны на расстоянии 100—150 м от огня полосой шириной не менее 10 м. Целесообразно сначала прокосить полосу и убрать с нее скошенный хлеб. Одновременно с опаживанием по обе стороны от пропаханной полосы желательнo поливать хлеба водой. Нужно расставить людей за пропаханной полосой с лопатами, вениками, мешками, чтобы гасить искры, перелетевшие через опашку. Большие степные и лесные пожары тушат встречным огнем, который пускают от пропаханной полосы на просеке, или от ручья.

Горящие в копнах снопы, а также скирды хлеба, соломы или сена лучше всего гасить водой. После того как пламя сбито, нужно разобрать копну или скирду, чтобы загасить тлеющие очаги внутри, и затем опажать пожарище. Одновременно с тушением пожара надо эвакуировать соседние копны или скирды и принять меры для тушения искр, отлетающих от пожара на сухую стерню.

Пожар льна, хлопка, пеньки и других волокнистых веществ имеет ту особенность, что он может продолжаться и при недостатке кислорода в окружающем воздухе, так как воздух имеется внутри кип и даже в порах волокон.

Тление внутри кип может долго продолжаться и после погасания пожара снаружи, так как вода плохо проникает внутрь кипы. Гасят волокнистые вещества распыленной струей воды или жидкой пеной, для получения которой в огнетушителях применяют специальные заряды. Водой поливают и соседние штабеля или кипы, чтобы предохранить их от воспламенения.

При горении волокнистых веществ выделяется много дыма, поэтому нередко приходится применять изолирующие (кислородные) противогазы. Нужно заботиться о том, чтобы разваливающиеся при пожаре штабеля из кип волокнистых веществ не придавили людей.

3. Лабораторно-практические занятия (во время производственной практики)

1. Принять участие в учебной тревоге членов ДПД (или ПСО) на объекте практики или в населенном пункте, где он расположен.

2. Ознакомиться практически с организацией тушения пожара.

Контрольные вопросы

1. Что должен делать начальник ДПД, прибыв на пожар?
2. Как распределяются обязанности между участниками тушения пожара?
3. Как тушить пожар на складах нефтепродуктов (или волокнистых веществ, или пожар зерновых на корню)?
4. Как лучше эвакуировать скот из горящего животноводческого помещения?

Световая характеристика окон η_0 (по Н. М. Гусеву)

| Отношение ширины к его глубине $l_{\text{п}}/B_{\text{гл}}$ | Отношение глубины помещения к высоте верхнего края окна над уровнем рабочей плоскости $B_{\text{гл}}/h_{\text{окн}}$ | | | | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| 4,0 и более | — | — | — | 7,2 | 9,0 | 12,0 | 14,0 | 17,0 | 20,0 |
| 3,0 | 9,4 | 8,7 | 8,5 | 9,4 | 11,5 | 16,0 | 19,0 | 23,0 | 30,0 |
| 2,0 | 11,5 | 10,3 | 10,0 | 10,7 | 13,0 | 18,0 | 22,0 | 26,0 | 35,0 |
| 1,5 | 13,0 | 12,0 | 11,6 | 12,4 | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | — |
| 1,0 | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 16,0 | 19,5 | 27,0 | 33,0 | 38,0 | — |
| 0,75 | 23,0 | 21,0 | 19,0 | 20,0 | 24,0 | 33,0 | 42,0 | — | — |
| 0,5 | 35,0 | 33,0 | 28,0 | 29,0 | 35,0 | 48,0 | — | — | — |

Примечание. $B_{\text{гл}}$ — глубина помещения — это расстояние от наружного края стены до наиболее удаленной от окна точки помещения.

Общий коэффициент светопропускания (τ_0)

| Характеристика помещений по условиям загрязнения воздушной среды | Положение остекления | Значение коэффициента при наличии деревянных переплетов | |
|--|----------------------|---|--------------|
| | | одинарные окна | двойные окна |
| Значительное выделение пыли, дыма и копоти | Вертикальное | 0,40 | 0,25 |
| | Наклонное | 0,30 | 0,20 |
| Незначительное выделение пыли, дыма и копоти | Вертикальное | 0,50 | 0,35 |
| | Наклонное | 0,40 | 0,25 |

Примечание. При затемнении светового проема элементами конструкций вышеприведенные величины умножаются на 0,9 в случае затемнения фермой и на 0,8 при затемнении деревянными или железобетонными балками.

Значение коэффициента η , учитывающего отраженный свет
(для бокового освещения)

| Среднее значение коэффициента отражения стен и потолка $\rho_{\text{ср}}$ | Значение коэффициента η | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | при одностороннем освещении | при двухстороннем освещении |
| 0,6 | 2,5 | 1,4 |
| 0,4 | 2,0 | 1,2 |

П р и м е ч а н и е. Средневзвешенное значение коэффициента отражения стен и потолка определяют по формуле:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{с}} F_{\text{с}} + \rho_{\text{п}} F_{\text{п}}}{F_{\text{с}} + F_{\text{п}}},$$

где $\rho_{\text{с}}$ и $\rho_{\text{п}}$ — коэффициенты отражения стен и потолка;
 $F_{\text{с}}$ и $F_{\text{п}}$ — площади стен и потолка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по охране труда в сельском хозяйстве. М., Сельхозиздат, 1961.
2. Министерство строительства электростанций. Сборник действующих правил по технике безопасности. Изд. 3-е. М., Госэнергоиздат, т. I, 1961, т. II, 1962.
3. Козлов Л. И., Большов М. М., Афанасьев Н. А. Техника безопасности и противопожарная техника в сельском хозяйстве. М., Сельхозиздат, 1960.
4. Манойлов В. Е. Проблемы электробезопасности. М., Госэнергоиздат, 1961.
5. Королькова В. И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. М., Оборонгиз, 1962.
6. Кузнецов А. И. Техника безопасности в электрических установках. М., Госэнергоиздат, 1952.
7. Исхаков К. Ф. Вопросы электробезопасности на животноводческих фермах. Труды МИМЭСХ, т. III. М., Сельхозгиз, 1956.
8. Каган Б. Г. Основы техники безопасности и противопожарной техники в сельском хозяйстве. М., Сельхозгиз, 1958.
9. Горбовицкий Р. М. Основы техники безопасности и противопожарной техники. М., Связьиздат, 1962.
10. Правила технической эксплуатации сельских электроустановок. М., Сельхозгиз, 1957.
11. Коршунов А. П. Проектирование экономичных заземляющих устройств в сельских сетях. «Электрические станции», 1962, № 8.
12. Правила устройства электроустановок. М., Госэнергоиздат. Разд. I — 1957. Разд. VII, гл. 3 и 4 — 1958.
13. Найфельд М. Р. Защитные заземления в электротехнических установках. М., Госэнергоиздат, 1959.
14. Главэлектромонтаж. Инструкция по применению углубленных заземлителей. М., Госэнергоиздат, 1962.
15. Сазонов Н. А., Барановский Э. В., Шило Б. Д. Применение глубинных электродов для заземления в сельских электроустановках. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», 1962 г., № 4.
16. Семчинов К. М., Шац Е. Л. Упрощенные заземлители для сельских электроустановок. «Механизация и электрификация соц. с. х.», 1963, № 1.

17. Сборник руководящих документов по вопросам пожарной безопасности для сельских населенных пунктов. Киров, 1961.

18. Стекольников И. С., Борисов В. Н., Смирнов И. Г. Грозазащита зданий и сооружений в сельской местности. М., Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1956.

19. «Сельхозтехника». Руководящие указания по защите от перенапряжений сельских электрических установок напряжением до 35 кВ включительно. Бюро изданий ВНИПИ Сельэлектр. М, 1963.

20. Правила технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий. М., Госэнергоиздат, 1962.

21. Министерство электростанций СССР. Техническое управление. Временные правила безопасности при эксплуатации водного хозяйства, гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования электростанций. М., Госэнергоиздат, 1955.

22. Гельфер Г. А., Иванов А. В., Медведев Я. Г. Взрывозащищенное электрооборудование (справочник). Л., Гостоптехиздат, 1960.

23. Благовещенский Г. В. Основы техники безопасности и противопожарной техники в сельском хозяйстве. М., Сельхозиздат, 1963.

24. Рыльцев А. Н. Электробезопасность в гидротехническом строительстве. М., Профиздат, 1958.

25. Якобс А. И., Терентьева Л. П. Оптимальные конструктивные параметры заземляющих устройств. «Электрические станции», 1963, № 10.

26. Черкасов В. Н. Пожарная профилактика в сельских электроустановках. Изд. Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1957.

27. Кальм А. А. Тушение пожаров в сельской местности. Изд. Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1962.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1. Основы техники безопасности | |
| <i>Глава I.</i> Общие вопросы охраны труда и основы производственной санитарии | 5 |
| 1. Основы советского законодательства по охране труда и контроль за его выполнением | 5 |
| 2. Основы производственной санитарии | 11 |
| 3. Санитарные требования к производственным помещениям и территории предприятия | 18 |
| 4. Регистрация, учет и анализ несчастных случаев на производстве | 24 |
| 5. Лабораторно-практические занятия | 27 |
| <i>Глава II.</i> Основы электробезопасности в сельском хозяйстве | 28 |
| 1. Действие электрического тока на организм человека и сельскохозяйственных животных | 28 |
| 2. Классификация электроустановок и помещений по степени опасности поражения электрическим током | 31 |
| 3. Первая помощь пострадавшему от электрического тока | 32 |
| 4. Требования к персоналу, обслуживающему электротехнические установки | 38 |
| 5. Защита от прикосновения к токоведущим частям | 41 |
| 6. Принцип защитного заземления | 47 |
| 7. Конструкции и расчет защитных заземлений | 53 |
| 8. Проверка защитных заземлений | 72 |
| 9. Защитное отключение и другие защитные мероприятия | 81 |
| 10. Защитные средства | 84 |
| 11. Защита людей, сельскохозяйственных животных и построек от атмосферного электричества | 89 |

| | |
|---|-----|
| 12. Лабораторно-практические занятия | 94 |
| <i>Работа 1.</i> Пример расчета заземления | 94 |
| <i>Работа 2.</i> Первая помощь пострадавшему | 97 |
| <i>Работа 3.</i> Проверка заземляющих устройств и определение удельного сопротивления грунта | 97 |
| <i>Работа 4.</i> Практическое ознакомление с защитными средствами и способами проверки их годности | 98 |
| <i>Глава III.</i> Техника безопасности при электромонтажных работах | 99 |
| 1. Меры безопасности при погрузочно-разгрузочных работах | 99 |
| 2. Общие правила безопасности при работе на высоте | 104 |
| 3. Правила безопасности при строительстве и монтаже воздушных электрических линий | 106 |
| 4. Правила безопасности при антисептировании древесины и при работах на антисептированных опорах | 108 |
| 5. Правила безопасности при прокладке кабельных линий | 110 |
| 6. Правила безопасности при монтаже электрических машин, электрооборудования и электропроводок | 114 |
| 7. Правила безопасности при монтаже, ремонте и эксплуатации аккумуляторных батарей | 116 |
| 8. Первая помощь при ранениях, переломах, ушибах, ожогах и отравлениях | 117 |
| 9. Лабораторно-практические занятия | 123 |
| <i>Работа 1.</i> Практическое овладение приемами первой помощи | 123 |
| <i>Работа 2.</i> Освидетельствование грузоподъемного механизма и грузоподъемных приспособлений и испытание лестницы и предохранительного пояса монтажника | 123 |
| <i>Работа 3.</i> Определение с помощью газоанализатора ПГФ наличия горючих газов в воздухе | 123 |
| <i>Глава IV.</i> Правила безопасности и санитарии при электро-ремонтных работах | 124 |
| 1. Правила безопасности при слесарных и станочных работах | 124 |
| 2. Правила безопасности при сварке, пайке и газовой резке | 127 |
| 3. Безопасное использование ручного электрического и пневматического инструмента и ручных переносных ламп | 133 |

| | |
|--|-----|
| 4. Правила безопасности при работе с ядовитыми веществами | 135 |
| 5. Лабораторно-практические занятия | 137 |
| <i>Работа 1.</i> Требования безопасности к инструменту и станкам | 137 |
| <i>Работа 2.</i> Определение необходимых мер безопасности при использовании материалов, вредных для здоровья | 138 |
| <i>Глава V.</i> Безопасная эксплуатация сельских электроустановок | 138 |
| 1. Общие правила безопасности при эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 в | 138 |
| 2. Общие правила безопасности при эксплуатации электроустановок напряжением выше 1000 в | 146 |
| 3. Правила безопасности при эксплуатации и ремонте воздушных линий напряжением до 110 кВ | 151 |
| 4. Правила безопасности при эксплуатации генераторов и электродвигателей | 160 |
| 5. Правила безопасности при измерениях, испытаниях и приемке установок в эксплуатацию | 161 |
| 6. Требования безопасности в электроустановках ферм, закрытого грунта, токов, жилых и общественных зданий | 165 |
| 7. Лабораторно-практические занятия | 172 |
| <i>Глава VI.</i> Техника безопасности при эксплуатации тепловой части электростанций и теплосилового хозяйства колхозов и совхозов | 173 |
| 1. Требования безопасности при эксплуатации и ремонте двигателей внутреннего сгорания и компрессоров | 173 |
| 2. Требования безопасности при эксплуатации паровых машин, котлов и тормозапарников | 177 |
| 3. Техника безопасности при ремонте или чистке теплового оборудования электростанций | 184 |
| 4. Лабораторно-практические занятия | 186 |
| <i>Глава VII.</i> Техника безопасности при эксплуатации гидротехнических сооружений и гидросиловых установок | 187 |
| 1. Требования безопасности при эксплуатации и ремонтах гидротурбин и трубопроводов | 187 |
| 2. Требования безопасности при эксплуатации и ремонте гидротехнических сооружений | 188 |
| 3. Первая помощь утопающему и при обмороживании | 191 |
| 4. Лабораторно-практические занятия | 192 |

2. Основы противопожарной техники

| | |
|--|-----|
| <i>Глава VIII. Организация пожарной охраны и противопожарная профилактика на селе</i> | 193 |
| 1. Общие сведения | 193 |
| 2. Подразделение производств и помещений или наружных установок по пожарной опасности | 195 |
| 3. Электрооборудование взрывоопасных и пожароопасных помещений и установок | 198 |
| 4. Огнестойкость строительных материалов и зданий | 201 |
| 5. Противопожарные требования к планировке сельских населенных мест и электроустановок | 203 |
| 6. Противопожарные требования при проектировании строительной части зданий и электрических распределительных устройств | 205 |
| 7. Требования противопожарной профилактики на складах и в хранилищах | 209 |
| 8. Требования противопожарной профилактики при эксплуатации электроустановок и сварке | 212 |
| 9. Лабораторно-практические занятия | 215 |
| <i>Глава IX. Средства тушения пожаров</i> | 216 |
| 1. Противопожарное водоснабжение | 216 |
| 2. Технические средства тушения пожаров | 220 |
| 3. Нормы обеспечения средствами тушения пожаров сельских электроустановок и других производственных объектов | 225 |
| 4. Лабораторно-практические занятия | 227 |
| <i>Глава X. Тушение пожара</i> | 227 |
| 1. Организация работы по тушению пожара | 227 |
| 2. Особенности тушения пожаров на различных объектах | 228 |
| 3. Лабораторно-практические занятия | 230 |
| <i>Приложения</i> | 232 |
| <i>Литература</i> | 234 |

А. В. Луковников

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ, М., изда-
тельство «Колос», 1964.

239 с. (Учебники и учеб. пособия для выс-
ших и средних с.-х. учеб. заведений).

УДК 62:622.82(075.3+075.8)

Редактор *В. М. Никитина*

Художник *Л. П. Муштакова*

Художественный редактор *П. Ф. Некунде*

Технический редактор *Н. Н. Копнина*

Корректор *Н. Ф. Крылова*

Сдано в набор 9/I 1964 г. Подписано к печа-
ти 14/IV 1964 г. Т-03999. Формат 84×108¹/₃₂.
Печ. л. 7,5 (12,3). Уч.-изд. л. 12,44. Изд.
№ 2650. Т. п. 1964 г. № 574. Тираж. 17 000 экз.
Заказ № 813. Цена 47 коп.

Издательство «Колос».

Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19.

Ленинградская типография № 1 «Печатный
Двор» имени А. М. Горького «Главполи-
графпрома» Государственного комитета Со-
вета Министров СССР по печати, Гатчин-
ская, 26.