

6п2.11
4-491

**Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

К. К. ЧЕРНЕВ

**БЕЗОПАСНЫЕ
СПОСОБЫ
РАБОТЫ
В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

16 с 1259/109

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 176

672.11

К. К. ЧЕРНЕВ

4-491

БЕЗОПАСНЫЕ
СПОСОБЫ РАБОТЫ
В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА

1966

ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

УДК 621.311:311:823(04)

Ч 49

В брошюре рассмотрены принципы безопасного проведения эксплуатационных работ в действующих электроустановках.

Изложены способы организации производства работ и необходимые технические мероприятия по безопасности работающего персонала. Приведены указания по принятию мер безопасности при работах без снятия напряжения, а также при выполнении отдельных видов работ на оборудовании электроустановок.

Брошюра рассчитана на широкий круг электромонтеров, обслуживающих электроустановки электростанций и подстанций.

Материал брошюры соответствует пересмотренным в 1965 г. «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок станций и подстанций».

с. 1259/09.

Чернев Константин Константинович. Безопасные способы работы в электроустановках. М.—Л., изд-во „Энергия“, 1966. 72 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 176) Тематический план 1965 г., № 181

Редактор Э. Я. Бранденбургская

Техн. редактор Н. А. Бульдьяев

Сдано в набор 7/IX 1965 г.

Подписано к печати 8/XII 1965 г.

Т-16120 Бумага 84×108¹/₂

Печ. л. 3,78

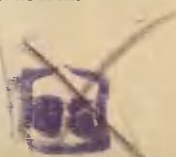
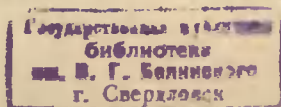
Уч.-изд. л. 3,89

Тираж 25 000 экз.

Цена 14 коп.

Заказ 623

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.



ВВЕДЕНИЕ

Строительство коммунизма в нашей стране неразрывно связано с электрификацией всего народного хозяйства.

Идея В. И. Ленина о сплошной электрификации страны успешно осуществляется все возрастающим темпом. Электричество проникает во все уголки необъятной территории СССР. Все больше и больше людей в своей повседневной работе при эксплуатации электроустановок сталкивается с электричеством.

При эксплуатации электроустановок возникает необходимость выполнения различных работ по ремонту, наладке, испытаниям и осмотрам электрооборудования, а также работ по ремонту строительных конструкций распределительных устройств или помещений электроустановок и вспомогательных устройств, как-то: освещения, вентиляционных устройств, масло- и воздухопроводов и т. п.

Поскольку упомянутые выше работы производятся в помещениях или на территории, где размещено электрооборудование, в нормальном рабочем состоянии находящееся под напряжением, необходимо предпринимать специальные меры для обеспечения безопасности персонала, выполняющего эти работы.

В настоящей брошюре изложены основные принципы обеспечения безопасности производства работ в действующих электроустановках электростанций и подстанций, приведены рекомендации конкретных мероприятий, необходимых при выполнении различных видов работ, и даны пояснения требований, выдвигаемых Правилами техники безопасности.

Персонал, обслуживающий электроустановки, в ряде случаев недооценивает важности выполнения мероприятий, обеспечивающих безопасное производство работ, и это зачастую приводит к травматизму. Поэтому понимание и сознательное выполнение всех необходимых мер безопасности при работах в электроустановках является залогом снижения травматизма и вместе с тем повышения производительности труда.

1. ОПАСНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Опасность выполнения работ в действующих электроустановках состоит в том, что при прикосновении, а в ряде случаев и при приближении на недопустимо близкое расстояние к токоведущим частям, находящимся под рабочим напряжением, происходит поражение человека электрическим током, приводящее в подавляющем большинстве случаев к смертельному исходу или к значительной потере трудоспособности.

Электроустановки согласно «Правилам устройства электроустановок» разделяются на электроустановки напряжением до 1 000 в и напряжением выше 1 000 в.

С точки зрения техники безопасности электроустановки напряжением до 1 000 в также представляют опасность для персонала, поскольку безопасным считается напряжение переменного тока промышленной частоты (50 гц), равное 36 в и ниже, а напряжение постоянного тока 48 в и ниже.

Таким образом, все силовые и осветительные электроустановки напряжением 660, 500, 380, 220 и 127 в переменного тока, 220 и 110 в постоянного тока, а также электросварочные установки напряжением 65 в представляют опасность для персонала в случае попадания работающего под такое напряжение.

Опасность электрического тока, как установлено многочисленными исследованиями, состоит в том, что при прохождении через тело человека тока опасной величины, вызванного приложением разности потенциалов, происходит судорожное сокращение мышц, в том числе мышц, осуществляющих дыхательное движение грудной клетки и работу сердца. Вследствие нарушения нормаль-

ной работы сердца или дыхания, или того и другого наступает смерть.

Опасной величиной тока, безусловно приводящей к смертельному поражению организма человека только за счет нарушения работы сердца и дыхания, считается 100 *ма*. Однако в практике известны случаи смертельного поражения и при меньших токах.

Ток опасной величины может возникнуть как в электроустановках напряжением выше 1 000 *в*, так и в установках напряжением до 1 000 *в*, поскольку величина тока зависит не только от величины напряжения, приложенного к телу человека, но и от ряда других факторов, как-то: сопротивления тела человека в момент соприкосновения с токоведущей частью, что в свою очередь определяется физиологическим состоянием человека; площади соприкосновения тела человека с токоведущей частью, места входа и выхода тока через тело человека и др. Известны случаи, когда человек, неоднократно безнаказанно касавшийся руками токоведущих частей, находившихся под напряжением 220 *в*, погибал при случайном соприкосновении с проводом головой, шеей, лицом. Игрет роль также длительность прохождения тока: при кратковременном воздействии (доли секунды) результат может быть иным, чем при длительном (несколько секунд) воздействии.

Наибольшую опасность представляет нарушение сердечной деятельности вследствие так называемой фибрилляции сердца, т. е. возникновения разновременного несогласованного сокращения отдельных волокон сердечной мышцы, из-за чего мышца в целом не может создавать ритмичных сокращений сердца и сердце не способно осуществлять проталкивание крови в кровеносную систему [Л. 1].

Ток, вызывающий фибрилляцию (0,1 *а*), в случае контакта с проводом в области грудной клетки может возникнуть при малом напряжении (порядка 36 *в*).

Прекращение работы сердца или дыхания, если не будут приняты немедленные меры к восстановлению этих функций, приведет к прекращению обеих функций организма и недостатку кислорода в организме. Как показывает практика и исследования, поражения током при напряжении ниже 1 000 *в* (220—380 *в*), как правило, приводят к фибрилляции сердца. Поскольку искусственное

дыхание не может вывести сердце из состояния фибрилляции без вмешательства в работу сердца с помощью электрического дефибриллятора, в большинстве случаев фибрилляция приводит к смертельному исходу.

Кроме поражения дыхания или сердца, во многих случаях, когда ток достигает больших значений (в электроустановках выше 1 000 в) или сопровождается возникновением электрической дуги, имеющей весьма высокую (до 3 000°С) температуру, происходит поражение тепловым действием тока или дуги — ожоги и сжигание частей тела человека.

Изучение причин производственного электротравматизма свидетельствует о том, что 56% случаев вызвано непосредственным соприкосновением с открытыми токоведущими частями, причем 31% случаев произошел от случайного прикосновения, не вызванного производственной необходимостью, и 24% вследствие ошибочной подачи напряжения во время ремонтов и осмотров.

Из общего числа обследованных случаев 42,3% относится к электрооборудованию электростанций и сетей, 22,2% — к электроприводу, 9,4% — к освещению, 8,1% — к электросварке и 3,3% — к ручному электроинструменту. На электростанциях и в сетях 60% всех случаев произошло в распределительных устройствах всех напряжений. Из числа случаев, происшедших на трансформаторах, большая часть произошла при ремонтах (60%), в распределительных устройствах такие случаи составили 32%, причем причиной, как правило, являлась неудовлетворительная организация работ.

Из всех исследованных случаев более 75% произошло в сетях напряжением до 1 000 в, причем на электростанциях и в электропромышленности это число снижается до 55%, что является высоким [Л. 2]. Это подтверждает опасность установок напряжением до 1 000 в или, вернее, недостаточное внимание к вопросам безопасности со стороны обслуживающего персонала.

Поражение электрическим током происходит не только при случайном или ошибочном прикосновении или приближении работающего к токоведущей части, находящейся под напряжением, но также и в случае внезапной ошибочной подачи напряжения к месту работ на токоведущих частях, с которых было снято напряжение. При этом случайная подача напряжения может быть

произведена не только коммутационным аппаратом, а и вследствие случайного перекрытия изоляции или случайного приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, какого-либо участка или оборудования, на котором производятся работы. Напряжение на отключенных токоведущих частях может появиться также вследствие влияния электрического поля близрасположенных токоведущих частей, находящихся под напряжением 110 кВ и выше. Это необходимо учитывать при организации работ на открытых распределительных устройствах напряжением 110 кВ и выше, если работы ведутся на присоединении, вблизи которого остается действующая часть распределительного устройства.

Кроме опасности поражения электрическим током, при работах в электроустановках следует иметь в виду опасность поражения при взрыве — в случае работ на оборудовании водородного охлаждения электрических машин и электролизных установках или в аккумуляторных батареях, а также опасность работ на вращающихся механизмах, на высоко расположенных конструкциях и оборудовании.

2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТАЮЩИХ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Как показывает анализ, 50% случаев электротравматизма происходит в результате неудовлетворительной организации эксплуатации электроустановок, в том числе из-за нарушения действующих правил техники безопасности и, в частности, 30% из-за неудовлетворительной организации рабочего места и недостаточного инструктажа [Л. 2]. Поэтому основными мерами, обеспечивающими уменьшение числа случаев травматизма, должны явиться безусловное выполнение правил техники безопасности, а также содержание электроустановок в надлежащем состоянии, соответствующем требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей» и «Правил устройства электроустановок». В основном под этим подразумевается поддержание необходимого уровня изоляции электроустановки в целом и отдельных ее элементов, выявление мест с пониженной изоляцией и устранение повреждений, контроль состоя-

ния сети заземления и заземлений отдельных аппаратов и оборудования, в том числе переносных.

Основным способом обеспечения безопасности работающих в электроустановках является организация работ, как правило, на полностью обесточенных токоведущих частях электроустановки и обеспечение невозможности попадания на место работ напряжения от любого источника, в том числе и наведенного напряжения.

Правилами техники безопасности предусматриваются два вида снятия напряжения с токоведущих частей электроустановки: полное и частичное.

В электроустановках любого напряжения под полным снятием напряжения подразумевается отключение коммутационными аппаратами — выключателями и обязательно разъединителями (или только разъединителями, если в цепи не установлены выключатели) всех связей токоведущих частей электроустановки с любыми источниками электрического тока, а также отсутствие возможности из помещения или с территории данной электроустановки проникнуть в соседнее помещение или на территорию, где имеется оборудование или другие элементы электроустановки, находящиеся под напряжением выше 1 000 в.

Под частичным снятием напряжения подразумевается снятие напряжения посредством отключения коммутационным аппаратом (разъединителем) данного присоединения, на котором должны вестись работы, от шин всех напряжений или источников напряжения данной электроустановки, при этом соседние присоединения электроустановки остаются в работе и под напряжением.

К частичному снятию напряжения относятся и случаи, когда для работы обесточиваются части присоединения, например только выключатель, а шинный и в ряде случаев линейный разъединители, хотя и отключенные, остаются с одной стороны под напряжением (от шин или от линии).

В том случае, когда при полном снятии напряжения с электроустановки имеется незапертый вход в соседнее помещение или на территорию, где остаются под напряжением выше 1 000 в электроустановки или части их, такие условия работы также относятся к частичному снятию напряжения.

Ряд работ может выполняться без снятия напряжения. Вид таких работ и условия их выполнения упомянуты ниже в п. 5.

С целью регламентирования порядка выполнения работ в действующих электроустановках, обеспечивающего безопасность персонала, установлена нарядная система. Сущность нарядной системы заключается в том, что на подавляющее большинство работ, выполняемых в электроустановках, выдается письменное распоряжение (наряд), в котором указываются все условия, необходимые для безопасности производства работ.

Четкое и точное выполнение указаний, записанных в наряде, а также всех правил организации работ, регламентируемых нарядной системой, гарантирует безопасность работающего персонала.

Основным принципом нарядной системы является взаимоконтроль правильности выполнения отдельных мер безопасности со стороны различных лиц, участвующих в организации и выполнении работы. В соответствии с установленным порядком роль каждого участника работы определена достаточно четко.

Вторым существенным принципом, играющим значительную роль в обеспечении безопасности обслуживания электроустановок, является установление определенной квалификации для каждого работника, обслуживающего электроустановки. Квалификация устанавливается на основании результатов проверки знаний Правил техники безопасности, с учетом стажа работы в электроустановках, уровня знаний электротехники и правил обслуживания электроустановок, знания оборудования и схемы обслуживаемой электроустановки, а также знания правил оказания первой помощи. Характеристика объема знаний для той или иной квалификационной группы приведена в приложении. Присвоенная квалификация, характеризующая группой от II до V, определяет участие данного работника в организации и выполнении работ в электроустановках и долю его ответственности.

В соответствии с требованиями нарядной системы безопасность производства работ в электроустановках обеспечивается выполнением определенных организационных и технических мероприятий, которые выполняются вышеупомянутыми участниками организации и производства работ.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

К организационным мероприятиям, предназначенным для создания безопасных условий производства работ, относятся: установление соответствующей ответственности за безопасность работы лиц, организующих и выполняющих работу, выдача и оформление наряда, оформление и осуществление допуска к работе, надзор за работающими во время работ, оформление перерывов и окончания работ. К организационным мероприятиям следует также отнести специальную подготовку персонала для получения квалификации по технике безопасности.

Установление определенной ответственности отдельных лиц, участвующих в процессе оформления, подготовки и выполнения работ в электроустановках, имеет существенное значение для обеспечения безопасности.

Организацией безопасного производства работ занимаются следующие лица, регламентируемые правилами техники безопасности:

Лицо, выдающее наряд, которое устанавливает необходимость работы и отвечает за возможность безопасного ее производства, а также за достаточность квалификации лиц, выполняющих обязанности ответственного руководителя и производителя работ. Это лицо должно иметь квалификацию V группы и, кроме того, должно быть из числа административно-технического персонала, т. е. начальником цеха, подстанции, лаборатории, инженером, мастером. Старший из состава дежурного персонала (дежурный инженер станции, дежурный диспетчер района) также может выдавать наряд в том случае, когда он уполномочен на это письменным распоряжением руководства электростанции или электросети.

Ответственный руководитель работ, отвечающий за достаточность квалификации и число лиц, включаемых им в состав назначаемой бригады, а также за достаточность и выполнение необходимых для производства работ мер безопасности на рабочем месте, должен также иметь квалификацию не ниже V группы и являться лицом технического персонала (мастер, электромонтер, техник или инженер службы, цеха, подстанции).

Производитель работ, руководящий работой, отвечающий за правильность подготовки рабочего места, прини-

маемого им от допускающего, и выполнение мер безопасности, необходимых для производства работ, а также за точное соблюдение правил техники безопасности работающими членами бригады, должен иметь квалификацию не ниже IV группы (в электроустановках напряжением выше 1 000 в) или III группы (в электроустановках напряжением до 1 000 в).

Допускающий к работам, отвечающий за правильность выполнения необходимых для подготовки рабочего места и производства работ мер безопасности и их достаточность, за правильность допуска к работам и приемки рабочего места по окончании работ, должен являться лицом оперативного персонала (или оперативно-ремонтного, обслуживающего установку без дежурного персонала) и иметь квалификацию не ниже IV группы (в установках напряжением до 1 000 в III группы). Допускающими являются дежурные электротехники станций и подстанций, старшие электромонтеры оперативно-ремонтных бригад в электросетях.

Члены бригады отвечают за соблюдение ими лично правил техники безопасности.

Взаимоконтроль осуществляется при оформлении наряда, при допуске к работам и при выполнении работ. Поэтому в организации и выполнении работ принимают участие не менее двух лиц.

Ответственный руководитель, например, назначая состав бригады, проверяет записанные в наряде условия производства работ. Кроме того, принимая от допускающего рабочее место, он проверяет соответствие выполненных мероприятий необходимым условиям производства работ.

Производитель работ при приемке от допускающего или ответственного руководителя места работ проверяет правильность установки заземлений, ограждений и убеждается в отсутствии напряжения на токоведущих частях, отключенных для работы на них.

Исходя из такого принципа, допускается совмещение в одном лице обязанностей нескольких лиц, организующих работы. Так, например, одно лицо может выдать наряд, назначить бригаду как ответственный руководитель работы и допустить бригаду, выполнив все необходимые операции, как допускающий. Однако производителем работ должно быть другое лицо.

В ряде случаев можно разрешить совмещение обязанностей выдающего наряд и допускающего в одном лице, а обязанностей ответственного руководителя и производителя работ — во втором лице.

Нельзя только разрешать совмещение в одном лице обязанностей допускающего и производителя работ, за исключением работ без снятия напряжения вдали от токоведущих частей. Во всех случаях совмещения обязанностей различных лиц квалификация совмещающего лица должна соответствовать высшей из квалификаций лиц совмещаемых. Так, например, при совмещении обязанностей ответственного руководителя (V группа) и допускающего (IV группа) лицо, на которое возлагаются эти обязанности, должно иметь квалификацию V группы.

В ряде случаев, когда производятся работы по строительной части электроустановки и бригада составляется из рабочих неэлектротехнических специальностей (которые по технике безопасности отнесены к группе I), производитель работ должен быть назначен из электротехнического персонала, но на обязанности его лежит не руководство строительными работами, а надзор за членами бригады с точки зрения соблюдения ими необходимых в электроустановке мер безопасности. Поскольку он не должен участвовать непосредственно в работе бригады, а обязан только вести неотступное наблюдение за бригадой, он называется не производителем работ, а наблюдающим. Квалификация его может быть не ниже группы III, если работы ведутся вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, и группы IV при работах с частичным снятием напряжения. Число членов бригады, работающих под надзором наблюдающего в распределительном устройстве, определяется ответственным руководителем работ, исходя из условий работы, при этом должна быть обеспечена возможность надзора за всеми работающими, чтобы не остались незамеченными отдельные нарушения мер безопасности, в частности приближение к токоведущим частям или оборудованию, находящимся в работе.

При работах в закрытых распределительных устройствах, особенно при стесненных проходах, необходимо следить, чтобы строительные рабочие не задели инструментами или другими предметами за установленную в проходах аппаратуру, приводы выключателей и т. п.

На одной подстанции в открытом распреустройстве 35 кв бригада маляров вела работы одновременно в нескольких местах, что не позволило наблюдающему вести надзор за всеми работающими. В тот момент, когда наблюдающий с одним из маляров отошел, другой маляр, оставшись без надзора, ошибочно стал окрашивать конструкцию, на которой был установлен разъединитель, находящийся под напряжением, приблизился к токоведущим частям и был поражен током. Рабочее место бригады ограждено не было и наблюдающий самовольно переводил с места на место отдельных рабочих, оставляя других без надзора.

Во всех случаях работы в электроустановках по наряду бригада вместе с производителем не должна быть меньше двух человек в целях возможности осуществления взаимоконтроля и оказания в случае необходимости помощи.

Работы в электроустановках, проводимые как со снятием напряжения, так и без снятия напряжения, как правило, выполняются по наряду.

Работы, выполняемые без наряда, должны производиться по устному распоряжению, записываемому в журнал оперативным персоналом.

Требование производства работ по наряду или устному распоряжению вызывается необходимостью исключить самостоятельные бесконтрольные действия любого работника, обслуживающего электроустановку. Бесконтрольность в ряде случаев приводила к ошибкам, недопустимым операциям и вызывала травмирование персонала, зачастую со смертельным исходом.

Например, на одной электростанции начальник электроцеха единолично, не уведолив оперативный персонал, производил работу в камере трансформатора 6 кв собственных нужд. Разобрав схему, но не установив заземления и ограждений, т. е. не подготовив рабочее место, приступил к работе в цепях трансформаторов тока, расположенных в нижней части камеры. Выпрямившись, он коснулся оставшихся под напряжением неподвижных контактов разъединителя и был поражен током.

Даже в тех случаях, когда некоторые работы разрешается производить единолично, дежурный персонал обязан знать, кто, в какой части установки работает и какую работу выполняет. Это необходимо как с точки

зрения принятия мер в случае каких-либо происшествий, так и для возможности ориентироваться в схеме установки при нарушениях режима работы оборудования. Например, зная, в каком месте производятся работы, дежурный при появлении «земли» на шинах или толчках короткого замыкания может быстро сориентироваться и ликвидировать повреждение, воздействуя на соответствующие выключатели, и этим предотвратить развитие аварии и поражение людей. Поэтому недопустимы какие-либо самостоятельные несогласованные с дежурным персоналом действия ремонтного персонала как до вывода оборудования в ремонт и подготовки рабочего места, так и после окончания работ и закрытия наряда.

Так, например, на одной подстанции производитель работ после окончания работ и закрытия наряда вспомнил, что не присоединил провод к трансформатору тока. Вместо того чтобы сообщить дежурному и задержать включение линии, он вернулся в распреустройство и, ошибочно подойдя к ячейке другой линии, попал под напряжение.

Как наряды, так и распоряжения должны быть краткими, четкими и точными во избежание неправильного толкования тех или иных указаний получившим наряд или распоряжение. Все записи производятся четко, ясно, без помарок и исправлений. С целью контроля правильности заполнения наряда, его оформления, а также учета оперативным персоналом числа работающих бригад и места работы наряд заполняется в двух экземплярах, один из которых после допуска бригады к работе остается у оперативного персонала.

Каждому производителю работ может быть выдан на руки один наряд для работы с частичным снятием напряжения на одном присоединении или части его. Внимание бригады должно быть сосредоточено на одном месте работ, иначе, имея на руках разрешение работать в том или другом месте, бригада будет самостоятельно переходить с одного присоединения на другое по мере необходимости или сложившихся условий выполнения работы. Это может привести к ошибкам и попаданию людей в камеры присоединений, находящихся под напряжением.

В ряде случаев для поочередной работы на нескольких присоединениях в одном распреустройстве, относящихся к одному основному агрегату электростанции, вы-

веденному в ремонт целиком, а также при выполнении работы в разных местах одного присоединения (в разных помещениях, этажах) может быть выдан один наряд. Однако в этих случаях бригада целиком должна находиться одновременно в одном месте, и все переходы с места на место оформляются в наряде с допуском на каждом месте. Подготовка всех рабочих мест должна быть выполнена одновременно до начала работ. Все эти требования вызваны необходимостью локализовать нахождение бригады и предотвратить самостоятельные бесконтрольные переходы с места на место в пределах электроустановки, что представляет опасность, особенно в установках напряжением выше 1000 в.

Оперативный персонал, получающий наряд для осуществления допуска бригады к работе, должен внимательно прочитать наряд и четко уяснить, какие меры должны быть выполнены для обеспечения безопасности производства работ. В случае возникновения каких-либо неясностей при чтении наряда они должны быть выяснены с ответственным руководителем работ или лицом, выдавшим наряд.

Оперативные переключения, необходимые для подготовки рабочего места, выполняются с соблюдением требований «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей» в отношении порядка производства операций, заполнения бланка переключений, количества лиц, участвующих в переключении. В зависимости от принятого для данной электроустановки порядка оперативного обслуживания: с постоянным дежурством, с дежурством на дому или с обслуживанием выездными бригадами — переключения производит тот или иной оперативный персонал. Если же работы производятся оперативно-ремонтным персоналом, то подготовка рабочего места и допуск лежат на обязанности этого же персонала. Выполнение им переключений самостоятельно без дежурного персонала налагает высокую ответственность и требует особого внимания и четкости операций с соблюдением всех правил техники безопасности. Подготовка рабочего места и допуск в таких случаях осуществляет ответственный руководитель работ.

После выполнения необходимых операций по переключениям, установке ограждений, переносных или стационарных заземлений и подготовке рабочего места от-

ответственный руководитель и производитель работ совместно с допускающим обязаны проверить, все ли намеченные меры выполнены, и, если все соответствует записи в наряде, допускающий производит допуск к работе.

Допуск осуществляется непосредственно на месте работ в присутствии всей бригады и ответственного руководителя работ. Допускающий должен проверить соответствие квалификации и состава членов бригады записи в наряде. Затем необходимо объяснить бригаде, откуда снято напряжение, где наложены заземления (если их не видно с места работы), какие части ремонтируемого присоединения, а также соседние присоединения остались под напряжением. Основной операцией допуска является подтверждение снятия напряжения с частей, на которых будет производиться работа. Допускающий обязан доказать отсутствие напряжения в электроустановках напряжением 35 кВ включительно, прикасаясь сначала указателем напряжения, а затем рукой к токоведущим частям, подготовленным для работы. Если переносные или стационарные заземления наложены в непосредственной близости к рабочему месту и видны работающим, прикосновение к токоведущим частям может не производиться.

В электроустановках напряжением 110 кВ и выше прикосновения к токоведущим частям не требуется — достаточно показать наложенные заземления бригаде. Допуск заканчивается сдачей производителю работ рабочего места и наряда, оформленного подписями допускающего и производителя работ.

При выполнении работ в электроустановках с частичным снятием напряжения необходимо помнить об опасности, связанной с наличием напряжения на других присоединениях. Прежде всего нельзя производить какие-либо работы вне участка, отведенного для работы и ограниченного со всех сторон установленными заземлениями или заземляющими ножами, потому что токоведущие части вне участка работ, хотя и обесточенные, не защищены от попадания на них напряжения. Во время работы нельзя переставлять установленные допускающим ограждения, перевешивать плакаты, снимать или переставлять заземления, так как это может дезориентировать работающих и привести к ошибкам. Если в таких перемещениях имеется необходимость или это предусмотрено

рено в наряде (например, временное снятие заземлений), то для этой цели вызывается оперативный персонал (или оперативный персонал дает разрешение на снятие заземлений производителю работ).

Ни в коем случае недопустимо самовольно расширять зону рабочего места или изменять характер или объем работы против записанного в наряде. В случае необходимости все это может быть выполнено с ведома ответственного руководителя работ или лица, выдавшего наряд, с оформлением нового наряда. Нарушение этого требования приводит к несчастным случаям с персоналом. Так, например, на одной подстанции бригада была допущена к работе на выключателе 110 кв трансформатора № 1. Ответственный руководитель, являвшийся и производителем работ, самовольно расширил объем работ сверх указанного в наряде и без подготовки рабочего места и уведомления оперативного персонала послал маляров покрасить трансформатор. Заземляющая катушка 35 кв при выводе в ремонт трансформатора № 1 была переведена на трансформатор № 2. По указанию начальника участка, прибывшего на подстанцию и не знавшего о переключении катушки, ответственный руководитель работ поручил малярам покрасить и катушку, а сам, оставив их без присмотра, ушел за краской. Маляр, поднявшись на находящуюся под напряжением катушку, был поражен током.

В закрытых распределительных устройствах, где ячейки мало отличаются друг от друга, из-за невнимательности и отсутствия необходимого надзора за работающими зачастую происходят ошибки. Подход к месту работы должен быть обеспечен однозначно по наиболее короткому пути, без ненужных переходов из одного коридора или прохода в другой. Недопустимо проникать с этажа на этаж через ячейку с отключенным или недействующим оборудованием.

В одном распределительном устройстве 6 кв подстанции бригада ремонтировала шинный разъединитель отключенной линии со стороны резервной системы шин, расположенной на втором этаже. По указанию производителя работ электромонтер для подсоединения электрической дрели спустился в первый этаж непосредственно через ячейку, в которой производилась работа. Выполнив поручение, он, не обращая внимания на предупреди-

тельные плакаты, при подъеме обратно на второй этаж ошибочно попал в соседнюю ячейку, находившуюся в работе, и был поражен током.

Во время выполнения работ с частичным снятием напряжения в распределительных устройствах производитель работ не должен оставлять членов бригады без надзора, и если требуется отлучиться с рабочего места, его должен заменять ответственный руководитель работ, в противном случае он должен вывести всю бригаду и запереть дверь. Точно так же и сам производитель работ не должен оставаться один на месте работ. Это требование вызвано необходимостью соблюдения принципа работы по наряду не менее чем двумя лицами. Допускается лишь отлучка с места работы одного или нескольких, но не всех членов бригады. При этом до их возвращения производитель работ не должен отлучаться. Безнадзорность бригады в ряде случаев приводила к нарушениям правил техники безопасности.

Например, на одной подстанции производились работы по очистке изоляции оборудования 110 кв отключенной линии. На месте работ не оказалось переносной лестницы. Производитель работ послал электромонтера за лестницей, а сам подошел к выключателю этой линии для проверки уровня масла. Принесший лестницу электромонтер, оставшись без надзора, ошибочно поставил лестницу к конструкции разъединителя соседней, находившейся в работе, линии. Не дожидаясь производителя работ, монтер поднялся на лестницу и, начав чистить изоляцию, попал под напряжение.

Для обеспечения надзора за членами бригады ответственный руководитель работ должен назначать состав бригады, исходя из условий и характера работ, учитывая, что за большим числом работающих производителей работ уследить при одновременном выполнении работы затруднительно.

Производитель работ может принимать непосредственное участие в работе, если в бригаде, кроме него, имеется не более 5 чел. при работах с частичным снятием напряжения в закрытых распределительных устройствах и не более 9 чел. в открытых распределительных устройствах. Наблюдающий при любом числе членов бригады не имеет права принимать участие в работе.

В некоторых случаях при выполнении работ по про-

верке вторичных цепей, регулировке приводов и выключателей разрешается пребывание одного или нескольких членов бригады в разных помещениях электроустановки напряжением выше 1 000 в без непосредственного надзора производителя работ. Однако в таких случаях производитель работ при допуске на место работ отдельно работающего члена бригады должен проинструктировать его, четко указав границы рабочего места и порядок работы. Квалификация отдельно работающего члена бригады должна быть не ниже группы III. Производитель или ответственный руководитель работ должен осуществлять периодически надзор за отдельно работающими членами бригады, если работа ведется в течение длительного времени (несколько часов).

Для работы в распределительных устройствах иногда требуется вносить длинные предметы: лестницы, трубы, шины. Переносить их следует двум рабочим, держа в руках или на плечах. Переноску таких предметов одним рабочим на плече наперевес не следует допускать. В некоторых распредустройствах над проходами имеются неогражденные токоведущие части, расположенные на недоступной с пола высоте. Однако при пронесении под ними удерживаемых на плече лестниц, труб и т. п. последние могут приблизиться к токоведущим частям на недопустимо близкое расстояние или даже коснуться, что повлечет поражение человека, несущего упомянутые предметы.

При работах на открытых распределительных устройствах с применением автокранов необходимо следить, чтобы при проезде под шинами, пересекающими дорогу, стрела крана была опущена до предела. Необходимо заранее проверить расстояния от шин до стрелы крана и, если они не обеспечивают необходимые по правилам техники безопасности расстояния, нельзя допускать проезд крана по распредустройству.

При работе крана в ячейке, отключенной для ремонта, необходимо устанавливать кран таким образом, чтобы при поворотах поднятой стрелы ни с какой стороны не было возможности приблизиться к токоведущим частям, находящимся под напряжением (в соседних ячейках или в отключенной ячейке), на недопустимо близкое расстояние. Работы в таких случаях следует вести под наблюдением ответственного руководителя работ,

В закрытых распреустройствах применять лестницы, подмости допустимо в ячейках, выведенных в ремонт. Установка лестниц-стремянков, подмостей в проходах, коридорах может быть допущена, если не имеется расположенных над проходами неогражденных токоведущих частей.

В процессе производства работ возникает необходимость в перерывах (в течение дня или по окончании рабочего дня — при многодневной работе). Перерывы не предусматриваются в наряде и регламентируются производителем работ. На время перерыва вся бригада должна выводиться из распределительного устройства. Наряд и ключ от помещения остаются у производителя работ. Он не имеет права никому передавать ключ и после окончания перерыва обязан сам допустить бригаду к работе. При этом он должен убедиться, что за время перерыва все заземления, ограждения и плакаты остались на местах. Это необходимо, потому что оперативному персоналу может срочно понадобиться ввести в работу выведенное в ремонт оборудование (если, конечно, это позволяет состояние оборудования). В таких случаях оперативный персонал обязан заменить плакаты «Работать здесь» на плакаты «Стоять — высокое напряжение» и поставить в местах работы людей, чтобы предупредить производителя работ о включении установки.

Перерывы в работе по окончании рабочего дня оформляются в наряде, который ежедневно должен сдаваться оперативному персоналу. Во время перерыва оперативный персонал при необходимости может внести изменения в схему электроустановки, даже не касающиеся непосредственно места работ, а в соседние присоединения, что в ряде случаев может изменить условия на месте работ. Поэтому на следующий день оперативный персонал снова допускает производителя работ, оформляет допуск в наряде и выдает наряд на руки производителю работ.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Техническими мероприятиями по обеспечению безопасности производства работ являются производимые оперативным персоналом переключения и подготовка рабочего места.

В электроустановках напряжением выше 1000 в с выключателями на присоединениях операции по выводу в ремонт присоединения или его части начинаются с отключения выключателя присоединения, что производится дистанционно — со щита управления или из коридора управления в распределительном устройстве или, наконец, вручную, непосредственно воздействием на привод, в зависимости от компоновки оборудования и его типа.

Следует иметь в виду, что снимать напряжение с токоведущих частей, на которых будет производиться работа, посредством отключения только выключателя не допускается, даже если это требуется для выполнения кратковременных работ. Выключатель может быть ошибочно включен персоналом или автоматически (в схемах АВР) или самопроизвольно — в случае нарушения изоляции в цепях управления. Кроме того, в выключателе в большинстве конструкций не видно положение контактов и поэтому не всегда может быть гарантировано полное отключение всех фаз. В практике бывали случаи поломки деталей выключателя во время отключения, что приводило к оставлению во включенном положении контактов, хотя привод находился в отключенном положении.

Поэтому после отключения выключателей обязательно должны выполняться операции по отключению разъединителей, которые отделяют выделяемый для работ участок электроустановки или присоединения от источников напряжения, т. е. от сборных шин, трансформатора, генератора или линии. В тех установках, где выключателей не имеется, отключение производится только разъединителями, причем отключение токов нагрузки совершенно недопустимо. Разрешается отключать только ток намагничивания ненагруженных трансформаторов, зарядный ток линий, шин, оборудования в соответствии с указаниями «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей». При наличии в цепи отделителя и разъединителя отключение следует производить отделителем, используя электрический привод.

Электроустановки без выключателей на присоединениях со стороны высшего напряжения проектируются с учетом допустимости отключения намагничивающего тока ненагруженного трансформатора разъединителем. Исходя из этого условия, выбирается тип разъедините-

ля и расстояние между его полюсами. В эксплуатации эти параметры сохраняются неизменными. Однако в ряде случаев возникает необходимость заменить трансформатор на более мощный (временно — в виде резерва или для постоянной работы). В таких случаях может оказаться, что при прежней установке разъединителя отключать им ток намагничивания вновь установленного трансформатора недопустимо. Это следует иметь в виду при всяких заменах трансформаторов.

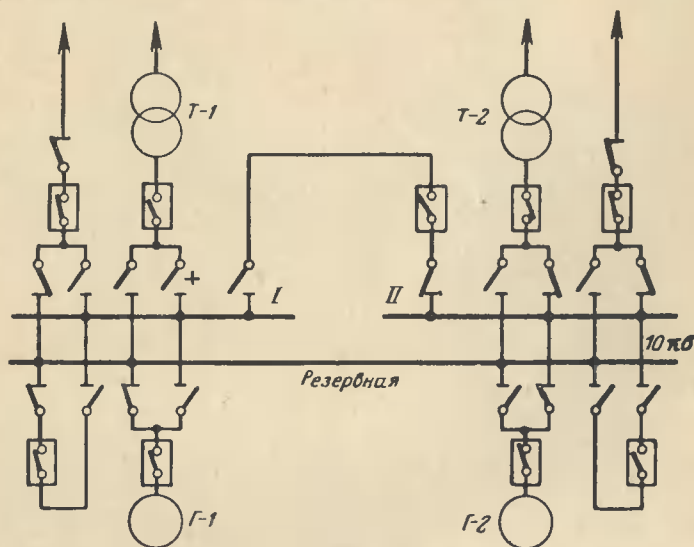


Рис. 1. Необходимые отключения при выводе в ремонт.

Место работ должно быть отделено со всех сторон от токоведущих частей, которые находятся под напряжением или на которые может быть подано напряжение, в том числе и напряжение ниже 1000 в (например, 100 в от трансформаторов напряжения). На рис. 1 показан пример необходимых отключений в электроустановке при выводе в ремонт силового трансформатора *T-1* и его шинного разъединителя от *I* секции. Должны быть отключены не только разъединители и выключатель трансформатора, но и все разъединители присоединений, имеющих связь с первой секцией, которая должна быть полностью обесточена.

При этом необходимо отключать не только токоведущие части, на которых будет производиться работа, но и близко расположенные токоведущие части, к которым возможно прикосновение или приближение на опасное расстояние. Эти расстояния регламентированы правилами техники безопасности и приведены в табл. 1.

Если в процессе работы возможно приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстояния, меньшие, чем указанные в табл. 1, с этих токоведущих частей должно быть снято напряжение.

Разумеется, в каждом отдельном случае при подготовке рабочего места или при выдаче наряда не производится измерение

расстояний от места работы до остающихся под напряжением токоведущих частей. Каждая электроустановка должна быть спроектирована и построена в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», которые регламентируют расстояния между отдельными токоведущими частями, исходя из условий необходимости обеспечить возможность производства работ на каком-либо присоединении без отключения других. Однако в отдельных случаях расстояния могут оказаться невыдержанными, например, в местах пересечения гибких шин на открытых распределительных устройствах. Хотя такие места уменьшенных расстояний не нарушают нормальной надежной работы установки, в случае производства работ на токоведущих частях приходится отключать и другие приближенные токоведущие части. Все места уменьшенных расстояний должны быть известны персоналу, организующему работы и производящему подготовку рабочего места, и учитываться при заполнении нарядов и допуске к работе.

В тех случаях, когда токоведущие части, расположен-

Таблица 1

Номинальное напряжение электроустановки, кв	Минимальное допустимое для приближения к токоведущим частям расстояние, м
До 15 включительно	0,7
Выше 15 до 35 включительно	1,0
Выше 35 до 110 включительно	1,5
154	2,0
220	3,0
330	4,0
500	5,0

ные на расстояниях, более близких к месту работ, чем указаны в табл. 1, невозможно отключить, допустимо оградить их во избежание случайного прикосновения работающих. При этом расстояния от ограждения до токоведущих частей, остающихся под напряжением, также регламентированы правилами техники безопасности и не должны быть менее расстояний, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Напряженне электроустановки, кВ	До 15 включительно	Выше 15 до 35 включительно	Выше 35 до 110 включительно	154	220	330	500
Минимальное допустимое расстояние от ограждения до токоведущих частей, м	0,35	0,60	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0

Эти расстояния следует выдерживать, потому что прикосновения работающих к ограждению со стороны рабочего места нельзя избежать.

Если переключение состоит не более чем из двух операций по отключению разъединителя (например, шинный и линейный разъединители одного присоединения), то выполнять его допустимо без бланка переключения. В случае, если требуется отключить большее число разъединителей в электроустановке со сложной схемой или необходимо произвести операции на нескольких присоединениях (например, вывод в ремонт секции сборных шин, когда нужно отключить разъединители всех присоединений секции), операции должны выполняться по бланку переключения, в котором все операции записаны последовательно во вполне определенном порядке.

Очень важно при операции с разъединителем, оборудованным блокировкой от ошибочных операций, соблюдать необходимые условия переключения, регламентируемые системой блокировки. В ряде случаев, несмотря на наличие бланка переключения, лицо, производящее операции, по ошибке подходит к приводу разъединителя другого присоединения (или другой системы шин) и, не взирая на то, что блокировка не позволяет выполнить ошибочную операцию, вместо дополнитель-

ной проверки присоединения производит деблокировку привода и ошибочную операцию, приводящую к аварии, и, как правило, к поражению самого оператора. В таких случаях, когда блокировка не позволяет выполнить операцию, необходимо тщательно проверить причину запрета операции, а не решать сразу, что «блокировка неисправна».

Операции следует производить без спешки, соблюдая правила техники безопасности. Однополюсные разъединители в закрытых распреустройствах отключают штангой с применением диэлектрических перчаток.

Если в цепи трансформатора со стороны высшего напряжения не имеется выключателя и операции, таким образом, производятся только разъединителем, следует сначала отключить нагрузку трансформатора выключателем со стороны низшего напряжения или выключателями (автоматами) отходящих линий и только после этого отключать разъединителем намагничивающий ток трансформатора со стороны высшего напряжения.

Перед отключением разъединителем трансформатора, снабженного РПН, следует снизить подводимое напряжение — включить большее число витков со стороны высшего напряжения, что уменьшит намагничивающий ток.

В электроустановках, снабженных полной блокировкой от ошибочных операций, выполнять простые переключения можно единолично, а если блокировка неполная, то как сложные, так и простые переключения должны выполняться двумя лицами.

Когда выполняются сложные переключения, требующие, кроме операций с разъединителями, операций с устройствами релейной защиты, например, для осуществления перевода присоединения на резервный или обходной выключатель, то, несмотря на необходимость в процессе переключения несколько раз возвращаться к одному и тому же месту (релейный щит, ОРУ), все операции должны выполняться в строгой последовательности, записанной в бланке переключения.

После отключения разъединителей, которыми может быть подано напряжение на участок, отключаемый для производства работы, следует механически запереть приводы в отключенном положении для предотвращения самопроизвольного или случайного их включения. При на-

личии блокировки это осуществляется автоматически блокзамком, а если блокировки нет или она не действует, необходимо запираение осуществлять висячим замком, болтом и т. п. У разъединителей или отделителей, имеющих дистанционное управление, кроме того, необходимо снять предохранители на всех полюсах в силовой цепи оперативного тока (или снять давление воздуха у пневмопривода). Необходимо снять предохранители в цепях трансформаторов напряжения, присоединенных к выводимому участку без разъединителей. Предохранители нужно снимать как со стороны высшего, так и со стороны низшего напряжения, во избежание попадания напряжения на отключенный участок при обратной трансформации. В практике случаи поражения работающих вследствие обратного попадания напряжения со стороны низшего напряжения трансформатора происходили неоднократно.

После выполнения отключений в случае необходимости персонал устанавливает временные ограждения, соблюдая указанные в табл. 2 расстояния до остающихся под напряжением токоведущих частей. В отдельных случаях в электроустановках напряжением до 15 кв включительно допустимо устанавливать временные ограждения так, чтобы они касались токоведущих частей, находящихся под напряжением. Для таких целей применяются специальные изолирующие накладки и колпаки, испытанные по нормам, приведенным в «Правилах пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках».

Временные ограждения устанавливаются в проходах, куда работающие не должны ходить, перед ячейками ЗРУ, расположенными вблизи места работы (соседними и противоположными) и не имеющими постоянных ограждений, на территории ОРУ вокруг места работ (так как на ОРУ не имеется постоянных ограждений ячеек) и т. п. При этом на ОРУ ограждения выполняются посредством канатов, зацепляемых за металлоконструкции на высоте около 1 м от уровня земли. В одном месте, где находится проход, через который работающие попадают к рабочему месту, следует оставлять в ограждении разрыв шириной 1—1,5 м. Этот проход должен быть оставлен со стороны дороги, проходящей по территории распредустройства, чтобы работающие при проходе к рабо-

чему месту не проходили возле оборудования других присоединений. Установку и перемещение ограждений может выполнять только оперативный персонал, который знает состояние электроустановки в каждый момент и может в соответствии с этим принять решение о допустимости перемещения ограждений.

При выполнении переключений сразу после отключения выключателя, разъединителя или другого коммута-



Рис. 2. Плакаты, запрещающие включение.
а — при работе в электроустановке; б — при работе на линии.

ционного аппарата на ключ управления и ручной привод аппарата вывешивается плакат, запрещающий производить операцию по обратному включению аппарата. Плакаты должны быть стандартного размера и исполнения и содержать надпись «Не включать — работают люди». На приводах линейных разъединителей при работах на линии следует вывесить плакат с надписью «Не включать — работа на линии» (см. рис. 2). Если отключается для ремонта часть воздушной магистрали, подающей воздух к пневматическим приводам выключателей или разъединителей, то на штурвалах вентилей, перекрывающих доступ воздуха, вывешивается плакат «Не открывать — работают люди».

Одновременно с установкой временных ограждений на них должен быть вывешен плакат с надписью «Стоять — высокое напряжение», если на самом ограждении не нанесен этот текст. На ограждающих рабочее место кана-

тах при работе на открытом распреустройстве плакаты вывешиваются надписью внутри огороженного пространства.

Если рабочее место располагается на высоте—на конструкциях открытого распреустройства, то путь по конструкциям от рабочего места к соседним ячейкам с находящимися под напряжением токоведущими частями



Рис. 3. Плакат, запрещающий влезание на колонну.



Рис. 4. Плакат, разрешающий влезание на колонну.

должен быть прегражден плакатами «Стоять — высокое напряжение». На колоннах порталов, по которым работающие не должны подниматься, во избежание попадания к находящимся под напряжением частям должен быть вывешен на высоте около 1,5 м от земли плакат «Не влезай — убьет» (рис. 3). Такой плакат вывешивается на колоннах, соседних с той, по которой разрешен подъем, если они расположены в зоне рабочего места. На колонне или лестнице, предназначенной для подъема на конструкции, вывешивается плакат «Влезать здесь» (рис. 4). Перевешивать плакаты на другое место или снимать их запрещено. Это может выполнять только оперативный персонал по окончании работ.

Для того чтобы убедиться в полном снятии напряжения с токоведущих частей, оперативный персонал обя-

зан проверить отсутствие напряжения на месте, выделенном для работ, с помощью указателя напряжения.

Ввиду того, что указатель напряжения может оказаться неисправным, сначала следует проверить его действие при наличии напряжения, поднося его к токоведущим частям, заведомо находящимся под напряжением. Показание присутствия напряжения свидетельствует об исправности указателя. Затем проверяется отсутствие напряжения на токоведущих частях, на подготовленном месте работы. Если при касании крюка указателя напряжения к токоведущим частям лампа не горит, можно считать отсутствие напряжения установленным. Однако необходимо проверить все фазы присоединения, а если место работ включает коммутационный аппарат (выключатель, разъединитель), то на всех шести его вводах или контактах (при отключенном положении аппарата). Это необходимо для того, чтобы убедиться во всестороннем отключении (особенно в закрытом распределительном устройстве, где из камеры выключателя не видно положения разъединителя).

В практике встречались случаи, когда при отключении выключателя или разъединителя происходила поломка изолятора на какой-либо фазе и, несмотря на то, что привод с указателями положения был в отключенном положении, контакты в одной или нескольких фазах оставались во включенном положении. Особенно опасно это при оставшейся включенной одной фазе разъединителя, поскольку разъединитель как раз и должен обеспечить разрыв цепи.

В распределительных устройствах напряжением 110 кВ и выше на отключенных токоведущих частях может в ряде случаев появиться наведенное напряжение. Иногда это напряжение достигает значительных величин, и указатель напряжения покажет присутствие напряжения. В таких случаях, если нет уверенности, что напряжение наведенное, следует проверить в натуре схему и убедиться, что все разъединители отключены всеми полюсами.

Сразу после проверки отсутствия напряжения должно быть наложено защитное заземление на шины, подходящие к оборудованию, на котором будет вестись работа. Место работы со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, ограждается заземлениями, причем места наложения заземления должны быть отделены от

оставшихся под напряжением токоведущих частей видимым разрывом. Как правило, для этой цели следует применять заземляющие ножи, наложение которых производится посредством привода. На рис. 5 показаны примеры наложения заземляющих ножей для заземления участков электроустановки.

На подстанции, выполненной по схеме «мостика», при выводе в ремонт линейного выключателя *Л-1* должны быть наложены показанные на рис. 5,а три заземляющих ножа. Если же, кроме того, потребуется вывести в ремонт разъединитель *2*, то дополнительно следует отключить разъединители *3*, *4* и *5* и наложить еще два заземляющих ножа *3а* и *4а*. При выводе в ремонт генератора (рис. 5,б) достаточно наложить заземляющий нож *1*, отключив предварительно разъединители *2* и *3*. Работы по ремонту трехобмоточного трансформатора на подстанции (рис. 5,в) и его выключателя на стороне *10 кв* могут производиться после отключения разъединителей трансформатора со всех трех сторон, разъединителя со стороны шин *10 кв* и наложения четырех заземляющих ножей. Наличие блокировки от ошибочных операций с заземляющими ножами не снимает необходимости проверки отсутствия напряжения.

В ряде случаев, когда заземляющие ножи не могут быть наложены, например при работе на разряднике, конденсаторе связи, на линейном разъединителе со стороны линии, а также если распредустройство не оборудовано заземляющими ножами, накладываются переносные заземления. Вначале к заземляющей проводке присоединяется заземляющий конец закоротки, причем это следует сделать до проверки отсутствия напряжения. Затем сразу после проверки отсутствия напряжения на шины накладываются поочередно три закорачивающих проводника.

Переносные заземления должны накладываться на незакрашенные места шин, так как установка зажимов на окрашенные шины не обеспечивает надежного контакта, и в случае подачи напряжения заземление не сыграт надлежащую роль в погашении напряжения.

Наложение необходимо делать штангой, которой после касания и наложения зажима на шину следует закрепить зажим во избежание сбрасывания его от динамического действия тока короткого замыкания в случае

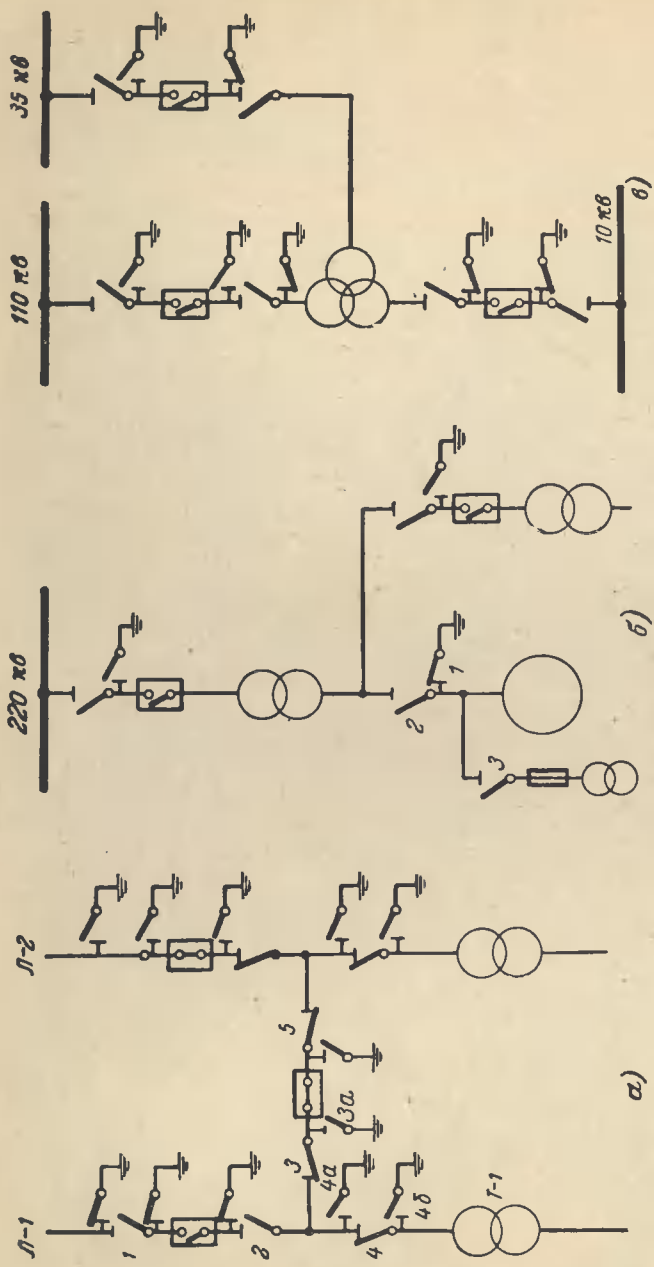


Рис. 5. Места наложения заземлений (ЗН) при выводе в ремонт присоединения в схемах:
 а — «мостик»; б — блок генератор — трансформатор с отпайкой на трансформатор собственных нужд; в — трехобмоточный трансформатор.

подачи напряжения на заземление. Кроме соображений безопасности, наложение заземления штангой обеспечивает возможность не подниматься на оборудование, а производить операцию с пола или земли.

В эксплуатации были случаи поражения током лиц оперативного персонала, которые для наложения заземления на развилке, поднимаясь на столик шинного разъединителя в открытом распреустройстве, случайно касались контактов, находящихся под напряжением.

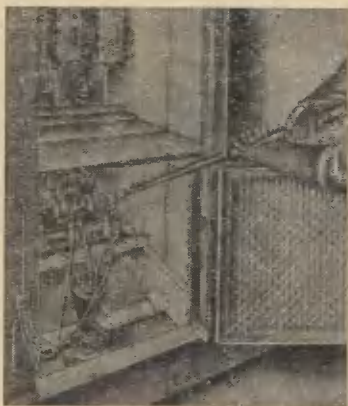


Рис. 6. Наложение заземления с помощью штанги.

При применении штанг следует использовать и диэлектрические перчатки (рис. 6). Штанги не испытываются на диэлектрическую прочность при их использовании только для наложения заземления, т. е. когда они служат лишь для предотвращения приближения к токоведущим частям при наложении заземления. Поэтому перчатки являются средством увеличения изоляции.

В распреустройствах 6—20 кВ, где расстояние до токоведущих частей от пола невелико, допустимо после наложения переносных заземлений штангой закреплять зажимы руками без применения перчаток. Не следует считать, что все эти приспособления, штанги и перчатки мешают работе и удлиняют ее срок. Нельзя забывать, что незначительное сокращение времени на операцию получается ценой риска жизнью и здоровьем человека и поэтому недопустимо. Одним из основных принципов в технике безопасности является предупреждение всевозможных ошибок, которые, как правило, возникают вследствие спешки, пренебрежения основными принципами безопасной работы и неоправданного риска. По существу все нарушения являются следствием простой недисциплинированности и пренебрежительного отношения к интересам производства и к своей личной безопасности.

Включение заземляющих ножей посредством привода разрешается производить одиночному дежурному, имеющему квалификацию не ниже IV группы, а наложение переносных заземлений должны обязательно выполнять два лица, одно из которых контролирует работу другого в отношении правильности выбора места установки и правильности выполнения операций.

В электроустановках, где дежурство осуществляется двумя лицами, операции по включению заземляющих ножей и наложению переносных заземлений должны выполняться двумя лицами.

Место наложения заземлений или заземляющих ножей, определяемое требованием ограждения со всех сторон рабочего места, может быть выбрано таким образом, что с места работы непосредственно не видно установленное заземление или заземляющие ножи. Достаточно, чтобы работающие в любой момент могли убедиться в наличии заземления.

После наложения заземлений или заземляющих ножей на месте работ может быть вывешен плакат «Работать здесь» (рис. 7).

К техническим мероприятиям относятся и операции по восстановлению нормальной схемы электроустановки после окончания работ. Оперативный персонал, приняв у ответственного руководителя работ наряд, обязан проверить на месте работ, нет ли неприсоединенных к оборудованию шин, отсоединявшихся в процессе работы, не оставлен ли на оборудовании или шинах инструмент, материал и другие посторонние предметы, установлены ли на место снимавшиеся кожухи зажимных сборок, присоединены ли на место рабочие заземления вторичных цепей или защитные заземления кожухов оборудования.

Рабочее место должно быть чисто убрано — не должны оставаться части оборудования, замененные при работе, остатки материала, ветоши для обтирки и др.



Рис. 7. Плакат на месте работ.

В помещениях не должно быть пролито масла, краски, воды и т. п.

Все эти требования кажутся очевидными, но тем не менее зачастую не выполняются, что в ряде случаев приводит к неприятным последствиям.

Так, например, гаечный ключ, забытый на шине, после включения установки упал вследствие вибрации и повредил изолятор, что привело к аварии. Бывают случаи, когда после включения присоединения работавшие производители работ или члены бригады вспоминают о забытом инструменте или о неприсоединенном заземлении и т. п. и, пытаясь самостоятельно исправить ошибку, попадают под напряжение.

После проверки и принятия рабочего места у ответственного руководителя оперативный персонал приступает к сборке нормальной схемы. Сначала снимаются переносные заземления и отключаются заземляющие ножи, причем переносные заземления в первую очередь отсоединяются от токоведущих частей, а затем от заземляющей проводки. Операции должны выполняться в диэлектрических перчатках, а на открытых распределительных устройствах 35 кВ и выше с помощью штанг, чтобы не подниматься на оборудование.

Производится при необходимости проверка изоляции установки мегомметром — в установках 10 кВ после снятия всех трех фаз заземления, а в установках выше 10 кВ поочередно, но при условии, что наведенного напряжения нет или оно не превышает безопасной величины. Затем убираются все плакаты, временные ограждения, устанавливаются постоянные ограждения, устанавливаются предохранители в цепях трансформаторов напряжения (и силовых трансформаторов) и, наконец, включаются разъединители и выключатели.

5. РАБОТЫ БЕЗ СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

В электроустановках ряд работ разрешается выполнять без снятия напряжения.

Основными мерами для безопасного выполнения таких работ являются: обеспечение должного расстояния от работающих до токоведущих частей, организация непрерывного надзора за работающими для контроля за соблюдением безопасных расстояний, примене-

ние специальных защитных изолирующих средств, позволяющих производить работы на токоведущих частях.

Работы, выполняемые вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением выше 1 000 в, не требуют технических мер для предотвращения возможности опасного приближения к токоведущим частям как людей, так и используемых ими приспособлений. К таким работам относятся, например, строительные работы по ремонту окон, дверей, помещений распреустройств, фундаментов конструкций, оборудования открытых распреустройств, перекрытий кабельных каналов, дорог, наружных заборов открытых распреустройств, работы по уборке проходов и коридоров в закрытых или дорожек в открытых распреустройствах, работы по благоустройству территории открытого распреустройства (уборка травы, снега), уборка помещений щитов и проходов за щитами релейной и другой аппаратуры, работы по уходу за щетками на кольцах и коллекторах электродвигателей и генераторов, работы на щитах и сборках напряжением до 1 000 в, расположенных в помещениях или на территории распреустройств напряжением выше 1 000 в, смена ламп и ремонт электропроводки и арматур освещения (при расположении проводки в проходах распреустройств), работы по возобновлению надписей на ограждениях, работы на механической части и электродвигателях насосов и вентиляторов отдельно стоящих охладителей трансформаторов, вентиляторов обдува радиаторов трансформаторов, компрессоров системы воздухообеспечения воздушных выключателей, работы по замене сорбента в воздухоосушительных фильтрах у трансформаторов более II габарита.

При выполнении перечисленных работ, как правило, исключена возможность случайного приближения к находящимся под напряжением токоведущим частям. Однако в ряде электроустановок некоторые из этих работ невозможно выполнять без снятия напряжения. Например, лампы для освещения коридоров распреустройств бывают расположены близко к токоведущим частям, фундаменты оборудования имеют небольшую высоту, и поэтому расстояние до токоведущих частей от уровня земли недостаточно (такое оборудование ограждается сеткой и проникать в огражденное пространство без снятия напряжения нельзя). Поэтому в каждом отдель-

ном случае, исходя из местных условий, должен быть определен перечень работ, которые допустимо производить без снятия напряжения.

Такие работы производятся по распоряжению единолично или с бригадой производителем работ из числа персонала специализированных служб или ремонтного персонала, постоянно обслуживающего данную электроустановку, а персоналом, не обслуживающим установку, по наряду на общих основаниях.

Строительные работы ведутся под надзором наблюдающего. Особенно следует обращать внимание на то, чтобы работа выполнялась строго в отведенном месте, так как в других местах распредустройства может быть не исключено приближение к находящимся под напряжением частям. Если работы производятся с лесов, подмостей, лестниц, то эти приспособления должны быть изготовлены и установлены прочно, надежно и на необходимом расстоянии от токоведущих частей. Учитывая, что в большинстве случаев строительные и другие подсобные работы выполняет неэлектротехнический персонал, эти расстояния следует принимать больше, чем те, на которые допустимо приближение к неогражденным токоведущим частям. Хотя для выполнения упомянутых выше работ не требуется подготовки рабочего места, соответствующие меры безопасности должны быть приняты. Они сводятся к обеспечению квалифицированного надзора за работающими и недопущению приближения их к токоведущим частям на опасное расстояние. Работающие ни при каких условиях не должны проникать за ограждения ячеек, оборудования, не выходить за пределы проходов, коридоров, дорог, в зоне которых разрешена работа, не подходить и не работать у фундаментов оборудования, нижние флянцы изоляторов которого расположены ниже 2,5 м от уровня планировки открытого распредустройства (например, у некоторых воздушных выключателей). При выполнении упомянутых работ (за исключением строительных и работ на механической части электродвигателей и приводимых механизмах) оперативным персоналом в порядке текущей эксплуатации разрешается выполнять их без наряда и без записи в журнал.

Кроме вышеперечисленных, работами, выполняемыми по распоряжению, без снятия напряжения, вдали от

токоведущих частей, могут считаться работы по монтажу, ремонту, проверкам и наладкам во вторичных цепях в помещениях с недоступными токоведущими частями напряжением выше 1 000 в. Условия проведения таких работ приведены в п. 7.

Работы вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны выполняться при условии установки ограждений, препятствующих приближению работающего на расстояния меньше допустимого, указанного в табл. 1.

К таким работам относятся различные работы на кожухах и конструкциях оборудования — выключателей, трансформаторов, имеющих открытые токоведущие части (вводы, шины, контакты): мелкий ремонт арматуры кожуха — маслоуказательных стекол, вентилях (если этот ремонт не связан с возможностью выпуска масла, что может привести к аварии), чистка кожухов, возобновление надписей на них, доливка и отбор проб масла, присоединение аппаратуры для очистки и сушки масла и т. п.

Следует, однако, заметить, что перечисленные работы допустимо выполнять не на всех типах оборудования. Работы могут быть допущены, например, на масляных выключателях напряжением 35 кВ и выше, однако при условии, что ни руки, ни голова работающего не поднимаются выше нижнего фланца вводного изолятора. У воздушных выключателей работы могут быть допущены только в шкафу привода полюса.

Ремонт кранов и вентилях, расположенных под напором масла, не допускается. Можно производить только отбор проб масла (через специальные краны или пробки), присоединение аппаратуры для сушки или регенерации масла, причем второй конец маслопровода следует присоединять к расширителю трансформатора или к верхнему крану бака выключателя при условии, что эта операция может быть выполнена без приближения к токоведущим частям на недопустимо близкое расстояние.

В тех случаях, когда по условиям компоновки оборудования невозможно сохранить требуемые расстояния от токоведущих частей, находящихся под напряжением, должны применяться специальные изолирующие временные ограждения, устанавливаемые между токоведу-

щими частями и работающими, чтобы увеличить сопротивление для перекрытия по воздуху и исключить возможность непосредственного касания к токоведущим частям. Ограждения обычно используются в закрытых распределительных устройствах напряжением до 15 кВ и изготавливаются специальной конфигурации, рассчитанной на применение в определенных ячейках (к определенному оборудованию). Они располагаются таким образом, чтобы не допустить приближения работающего к находящимся под напряжением частям.

Ограждения изготавливаются из изоляционного материала (текстолит, гетинакс, миканит и др.), испытываются напряжением, соответствующим напряжению электроустановки, в которой они будут применяться. В установках до 15 кВ включительно в случае необходимости допускается прикосновение ограждений — накладок непосредственно к токоведущим частям, находящимся под напряжением, например, для ограждения шины одной фазы от другой при необходимости произвести работы на этой фазе. В тех случаях, когда работу можно выполнить при согнутом положении работающего, но при выпрямлении он может приблизиться к находящимся под напряжением частям на недопустимо близкое расстояние, применяются ограждения в виде «клеток», не позволяющие работающему выпрямляться во весь рост, но не препятствующие выполнению работы, например отбору пробы масла из некоторых типов масляных выключателей.

Примерная конструкция такого ограждения и его схема установки в камере выключателя показаны на рис. 8.

Если установка ограждений почему-либо невозможна или из-за малых габаритов представляет опасность, кратковременные, небольшие по объему работы допустимо производить без установки ограждений, но под неотступным надзором ответственного лица. В таких местах разрешается работа, если токоведущие части, находящиеся под напряжением, располагаются перед работающим и только с одной боковой стороны. Ни в коем случае нельзя работать, если находящиеся под напряжением части располагаются по обе стороны или сзади работающего. Недопустима работа и в согнутом положении, если при выпрямлении работающего он

приблизится к находящимся под напряжением частям на расстояние, меньшее, чем указано в табл. 1.

Во всех случаях работы на кожухах оборудования необходимо проверить перед началом работ целостность заземления кожуха, и, если оно неисправно или отсутствует, нельзя приступать к работе. В установках с изолированной нейтралью в случае пробоя изоляции оборудования на корпус на нем появляется напряжение, и при плохом заземлении человек, стоящий на земле и

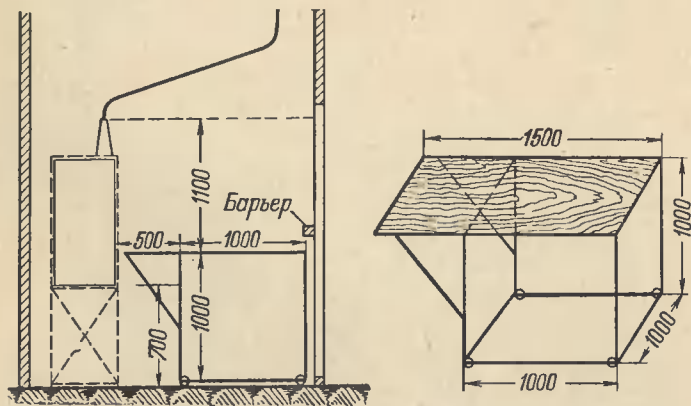


Рис. 8. Эскиз и схема установки ограждения-клетки.

прикасающийся к кожуху, окажется под напряжением, величина которого может оказаться опасной. В системе с наглухо заземленной нейтралью замыкание на корпус вызывает отключение земляной защитой выключателя в цепи замыкания, однако в момент пробоя изоляции в течение выдержки времени защиты через место замыкания идет значительный ток и на кожухе или конструкции возникает потенциал, могущий достигнуть опасной величины, если сопротивление заземления кожуха больше нормы. Поэтому, если в момент, когда человек работает на кожухе, стоя на земле, произойдет замыкание на кожух (трансформатора или выключателя), то не исключено поражение током.

В системе с изолированной нейтралью запрещается вести работы на кожухе в то время, когда в сети имеется замыкание одной фазы на землю, потому что в таком случае напряжение других фаз по отношению к земле повышается и может достичь величины между-

фазного напряжения, а это в свою очередь может привести к пробое изоляции другой фазы в другом месте. Если это второе замыкание на землю произойдет в том месте, где человек работает, стоя на земле и прикасаясь к кожуху, то человек попадет под междуфазное напряжение и наверняка будет смертельно поражен.

Все работы вблизи находящихся под напряжением токоведущих частей должны производиться по наряду, причем при работе без ограждений не более чем двумя лицами, имеющими группу не ниже III, и при условии, что на каждого из них для ведения непрерывного надзора выделяется по одному лицу группы не ниже IV, следящему, чтобы работающий не приблизился на опасное расстояние к токоведущим частям. Выполнение работ вблизи находящихся под напряжением токоведущих частей оперативным персоналом или под его непосредственным надзором разрешается без наряда — по распоряжению. Работа ведется только одним лицом с непрерывным надзором за ним другого лица с квалификацией не ниже IV группы из числа оперативного персонала.

Для производства работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением, должны быть приняты меры, обеспечивающие невозможность поражения работающего током. Это может быть выполнено, если работающий будет иметь тот же потенциал, что и токоведущая часть, или если прикосновение к токоведущей части осуществляется посредством специального изолирующего инструмента или приспособления, сопротивление изоляции которого таково, что при возможном наибольшем рабочем напряжении электроустановки, могущем воздействовать на работающего, через изолирующую часть проходит ток, не могущий причинить ему вреда (практически ток через изолирующую часть не проходит).

К работам, выполняемым с помощью специальных приспособлений на токоведущих частях, находящихся под напряжением, относятся: проверка состояния подвесных и штыревых изоляторов, а также измерение сопротивления соединителей на гибких шинах открытых распределительных устройств посредством измерительной штанги (рис. 9), измерение тока в шинах и жилах кабеля (у воронок) напряжением до 10 кВ токоизмерительными клещами.

щами (рис. 10), различные измерения и проверки, выполняемые с помощью изолирующих штанг — измерение температуры контактов и шин (рис. 11), выявление мест вибрации шин, работы по фазировке кабелей и трансформаторов до 15 кВ, производимые с помощью указателей напряжения с добавочным сопротивлением, операции по смене предохранителей напряжением выше 1 000 в.

Все такие работы, выполняемые вблизи или на токоведущих частях, находящихся под напряжением, являются работами, производимыми в условиях повышенной опасности, и поэтому их разрешается выполнять только двум лицам, из которых одно лицо следит за соблюдением всех условий безопасности. Ремонтным персоналом эти работы выполняются по наряду, оперативным персоналом или под его надзором допустимо их выполнять по распоряжению с записью в журнал.

Основным условием, соблюдение которого безусловно необходимо при выполнении таких работ, является сохранение должного расстояния между работающими и токоведущими частями, находящимися под напряжением (см. табл. 1).



Рис. 9. Контроль подвесных изоляторов измерительной штангой.

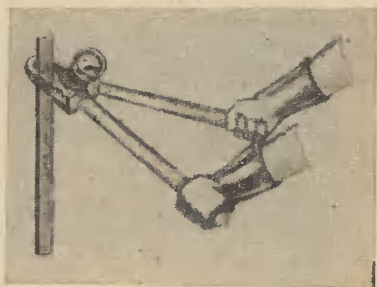


Рис. 10. Измерение тока в шине токоизмерительными клещами.

Только в тех случаях, когда для выполнения работы или каких-либо операций применяются специальные защитные средства — штанги, клещи, указатели напряжения, изготовленные в соответствии с требованиями «Правил пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках», приближение рук оператора к токоведущим частям может быть допущено на расстояние меньше указанного. Это может считаться допустимым. В этих случаях расстояние жест-

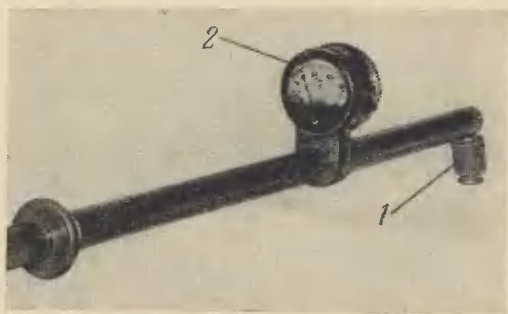


Рис. 11. Изолирующая штанга для измерения температуры шин и контактов.

1 — термосопротивление; 2 — измерительный прибор.

ко фиксировано длиной изолирующей части защитного средства, никаких других операций и движений (корпусом, головой) оператор не делает и все его внимание направлено на выполнение данной операции.

Упомянутые выше работы, как правило, производят с пола или земли и только в крайних случаях с лестниц или подмостей, причем последние должны быть прочно установлены и так расположены, чтобы в случае падения работающего он не мог попасть на токоведущие части или приблизиться к ним. Лестницу обязательно должен поддерживать второй рабочий.

В электроустановках напряжением до 1 000 в работы на токоведущих частях и аппаратуре без снятия напряжения производятся более часто. Однако нельзя считать электроустановки напряжением до 1 000 в менее опасными.

Практика показывает, что в этих установках поражения электрическим током вследствие несоблюдения

правил техники безопасности бывают чаще, чем в установках напряжением выше 1 000 в.

В процессе наладки, эксплуатации приходится производить различные работы на распределительных щитах, сборках, щитках, пусковых шкафах, магнитных станциях и тому подобной пусковой аппаратуре, а также на электрических машинах. При необходимости прикосновения в процессе работы к токоведущим частям, находящимся под напряжением, следует обязательно работать, стоя на изолирующем основании (изолирующей подставке, коврик), или в диэлектрических галошах и применять инструмент с изолированными рукоятками

(рис. 12) и диэлектрические перчатки. Следует заметить, что диэлектрические перчатки должны применяться не только при работе с неизолированным инструментом (когда применение их безусловно обязательно), но и при работе инструментом с изолированными рукоятками— для той руки, в которой нет инструмента.

В этом есть необходимость, так как одной рукой не всегда удобно работать и бывает нужно второй рукой поддерживать, например, гайку, привинчиваемую часть и т. п. В данном случае подразумевается применение тонких перчаток по ГОСТ 9809-61, позволяющих выполнять операции с мелкими деталями.

Кроме указанных мер, при необходимости выполнить какую-либо работу на одном полюсе (фазе) или на нескольких полюсах поочередно применяются временные изолирующие ограждения, вставляемые между частями различных фаз или между ножами и губками отключенных рубильников или контактами автоматов.

Вместе с тем не разрешается работать с засученными рукавами, без головных уборов ввиду того, что не исклю-



Рис. 12. Инструменты с изолированными рукоятками.

чена возможность случайно коснуться открытой частью рук или головы токоведущих частей разных фаз, учитывая тесное расположение шин, контактов, аппаратуры.

Особенно осторожно следует работать в шкафах сборок, где предохранители установлены как на задней, так и на боковых стенках шкафа, потому что тесное расположение предохранителей и шин не обеспечивает достаточных габаритов для оперирования инструментом.

Работы в электроустановках с заземленной нейтралью (380/220 в) производятся в более опасных условиях, так как прикосновение к токоведущим частям и конструкции приводит к поражению током фазного напряжения.

Без снятия напряжения допускается выполнять такие работы, как подтяжка контактов болтовых соединений шин и аппаратов, зачистка нагретых контактов (рубильников, предохранителей, автоматов), присоединение и отсоединение измерительных приборов (кроме амперметров прямого включения), присоединение и отсоединение ненагруженных кабелей, регулировка уставок автоматов, измерение тока в шинах и проводах токоизмерительными клещами, смена предохранителей. При этом следует иметь в виду, что смену предохранителей под напряжением допустимо производить, если в цепи не имеется рубильника, которым может быть снято напряжение. В таких случаях сменять плавкие вставки открытых предохранителей допускается только после снятия нагрузки с данной линии или сборки. Операции необходимо производить в диэлектрических перчатках или посредством изолирующих клещей и с предохранительными очками.

Смена предохранителей под напряжением может производиться единолично, но если для этого требуется подниматься на высоту с помощью приставных лестниц, в операции должны участвовать двое, из которых один поддерживает лестницу и следит за работой второго.

Смена предохранителей под нагрузкой может быть допущена, если предохранители закрытого типа (пробочные или с закрытыми патронами), при котором исключается разбрасывание расплавленного металла плавкой вставки в случае сгорания ее при включении на оставшееся короткое замыкание.

6. РАБОТЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ

При работах на электрических вращающихся машинах — генераторах, синхронных компенсаторах и электродвигателях, следует иметь в виду, что должна быть обеспечена безопасность как от наличия напряжения, так и от механического воздействия вследствие вращения машины.

Большинство современных машин конструктивно выполнено так, что внутренние вращающиеся части недоступны во время работы, а внешние части (муфты, шкивы) ограждены кожухами, крышками, сетками, люками и т. п. Однако ряд машин имеет открытые вращающиеся части — контактные кольца, коллекторы, к которым при обслуживании машины необходимо приближаться и прикасаться. Лицам, обслуживающим вращающиеся машины, следует работать в одежде с рукавами, плотно охватывающими кисть руки, и не имеющей длинных свободных пол. Женщины должны быть одеты в спец-одежду (брюки, куртки или комбинезоны) и иметь головной убор.

Во время работы машины нельзя снимать ограждения вращающихся частей; допустимо лишь открывать люки в этих ограждениях для осмотра, например, коллектора, колец. При необходимости произвести очистку коллектора или колец эту операцию выполняют, стоя на диэлектрическом коврикe или в диэлектрических галошах и следя, чтобы тряпка или салфетка, применяемая для протирки, не была затянута под щетки. Ни в коем случае нельзя касаться одновременно колец или щеток разной полярности или кольца (коллектора) и корпуса машины. Между кольцами или щетками разной полярности приложено полное напряжение возбуждения, величина которого опасна для работающего, прикосновение же к одному полюсу и корпусу опасно потому, что в цепи возбуждения может быть нарушение изоляции по отношению к корпусу («земле») в одной точке. В таком случае при прикосновении к корпусу и одному из полюсов работающей окажется под напряжением, в худшем случае равном напряжению возбуждения.

У крупных гидрогенераторов и турбогенераторов, имеющих напряжение возбуждения 300—450 в, при форсировке возбуждения напряжение на кольцах может

возрасти вдвое против номинального, что может быть весьма опасно для персонала. Поэтому у таких машин протирку колец следует выполнять с помощью изолирующих штанг с приспособлением для чистки. Работы по уходу за щетками выполняются единолично оперативным или специальным персоналом, имеющим квалификацию не ниже III группы.

При работе генератора допускается производить измерение сопротивления изоляции обмотки ротора, а также измерение напряжения на валу. Эти измерения можно выполнять единолично при условии, что квалификация лица, измеряющего напряжение на валу, не ниже III группы, а измеряющего сопротивление изоляции обмотки ротора не ниже IV группы.

Всякую электрическую машину во время ее вращения следует рассматривать как находящуюся под напряжением. Поэтому работы на выводах и в цепи статора, а также в цепи ротора (за исключением упомянутого выше обслуживания щеток), не должны производиться без принятия мер, обеспечивающих безопасность персонала от поражения электрическим током. Могут быть допущены лишь такие работы по измерениям или испытаниям в цепях вращающейся, но невозбужденной машины (генератора, синхронного компенсатора), которые невозможно выполнить на остановленной машине.

Обеспечение безопасного выполнения работ в цепях обмотки статора остановленного генератора или синхронного компенсатора достигается отключением машины от сборных шин выключателем и разъединителем. Если генератор работает в блоке с трансформатором, должны быть отключены выключатели и разъединители со стороны обмоток повышенного напряжения. При наличии отпайки от шин генератора к трансформатору собственных нужд блока должны быть отключены выключатель и разъединитель трансформатора. У синхронного компенсатора с разгонным двигателем, кроме того, должны быть отключены выключатель и разъединитель в цепи двигателя. У турбогенератора следует также отключать рубильником двигатель валоповоротного устройства.

Отключение разгонного двигателя и валоповоротного устройства преследует цель обеспечить безопасность от

механического воздействия машины, а не от поражения током. С этой же целью должны быть приняты меры для предотвращения случайного пуска в ход первичного двигателя генератора (турбины, дизеля).

Во избежание ошибочного включения отключенных выключателей и разъединителей на их приводы вывешиваются предупредительные плакаты «Не включать—работают люди». Такой же плакат следует вывесить на пусковом устройстве двигателя валоповоротного устройства.

Как правило, цепи измерительных трансформаторов напряжения генераторов присоединяются к общим шинам (колонки синхронизации), и поэтому во избежание обратной трансформации напряжения от шин синхронизации на остановленный генератор трансформаторы напряжения должны быть отключены посредством разъединителей или снятия предохранителей как со стороны высшего, так и со стороны низшего напряжения. Кроме того, гнезда или ключ синхронизационного устройства закрываются плакатом «Не включать—работают люди».

Во избежание случайной подачи напряжения от резервного возбудителя на обмотку ротора рубильники, автоматы или разъединители в цепи питания возбуждения генератора от системы резервного возбудителя должны быть отключены и на их приводах необходимо вывесить плакаты «Не включать—работают люди». Дистанционные приводы должны быть заперты в отключенном положении.

Если работы производятся на выводах или обмотке статора генератора, необходимо установить переносные (или наложить стационарные) заземления. Эта операция выполняется после всех отключений и проверки отсутствия напряжения на шинах генератора обычным порядком указателем напряжения.

Оформление работ нарядом, допуск и работа производятся по общим правилам. Если от выводов генератора или синхронного компенсатора отсоединены шины и сняты все щетки с контактных колец, допускается производить работы на машине без наряда.

Работы по измерениям и испытаниям на вращающемся, но невозбужденном генераторе или синхронном компенсаторе могут производиться при выполнении всех

условий, необходимых для допуска к работам на неработающем остановленном генераторе. Такие работы должны выполняться только персоналом лабораторий (наладочных или эксплуатационных), причем квалификация старшего должна быть V группы.

В случае производства работ на генераторе или синхронном компенсаторе с водородным охлаждением необходимо дополнительно принимать меры, предотвращающие возможность взрыва. Как известно, смесь водорода с воздухом при определенной концентрации (начиная с 3—4% водорода) становится взрывоопасной. Поэтому запрещается производить какие-либо работы на корпусе машины, заполненной водородом, если они могут привести к нарушению газоплотности корпуса и выпуску водорода (снятие люков, сверление корпуса, снятие торцовых щитов, выемка газоохладителей и т. п.).

При нарушении газоплотности с появлением трещины, маленького отверстия, щели, из которых начинает выходить водород под давлением, возможно воспламенение водорода. Если водород выходит не сильной струей и не воспламеняется, образуется взрывоопасная смесь, которая может взорваться от искры, возникшей, например, от случайного удара инструментом (ключом, молотком) по металлу (гайке, болту, корпусу).

Во избежание взрывов водорода перед началом работ водород должен быть вытеснен полностью инертным газом (углекислотой или азотом), но ни в коем случае не воздухом. Вытеснение углекислым газом или азотом продолжается до достижения в любой точке корпуса генератора концентрации инертного газа 95%, что определяется анализом газа в корпусе машины. Перед вытеснением водорода на газопроводе, подводящем водород, должны быть закрыты запорные вентили и открыт продувочный вентиль. На запорных вентилях вывешивают плакаты «Не открывать—работают люди». Для возможности выполнения работы в корпусе машины углекислый газ должен быть вытеснен воздухом и только после этого разрешается открывать люки и разбирать торцовые щиты (азот вытеснять воздухом не требуется).

При ремонте газовой системы генератора ремонтируемые участки или аппараты должны быть отсоединены от действующей заполненной водородом части ге-

нератора или системы, для чего рассоединяются фланцы и устанавливаются заглушки либо закрываются два последовательно-расположенных вентиля и одновременно открывается продувочный вентиль на участке трубопровода между закрытыми вентилями или, наконец, демонтируется участок трубопровода.

Сварочные работы на расстоянии до 10 м от генератора, аппаратуры или трубопроводов газовой системы, заполненных водородом, могут производиться по наряду с принятием особых мер, а на расстоянии более 10 м — по распоряжению.

Для обеспечения безопасности работы на электродвигателях они должны быть отключены выключателем, автоматом и разъединителем или рубильником. Однако, поскольку из-за значительного количества двигателей даже одноименных механизмов не исключены полностью ошибки, следует обеспечивать невозможность ошибочной подачи напряжения запиранием привода на замок, снятием рукоятки привода или пускового устройства, выкатыванием тележки с выключателем из ячейки КРУ, применением изолирующих прокладок, вставляемых между контактами отключенного автомата или рубильника и препятствующих включению. Такие меры следует принимать, главным образом, в тех случаях, когда включающее или пусковое устройство расположено не в непосредственной близости к двигателю, а на расстоянии или при такой компоновке, при которой от двигателя не видно пускового устройства, и в тех случаях, когда непосредственно у двигателя не устанавливается заземление. Если почему-либо такие меры не могут быть выполнены, должно быть произведено отсоединение питающего двигателя кабеля от щита, сборки или от выводов двигателя. В последнем случае концы жил кабеля следует закоротить и заземлить. После отключения коммутационных аппаратов на ключах управления или приводах вывешивать плакаты «Не включать — работают люди».

Если выводится в ремонт электродвигатель, приводящий тяго-дутьевые механизмы или насосы, следует принимать меры для обеспечения невозможности проворота двигателя под действием механизма. Например, насосы под напором перекачиваемой жидкости могут начать вращаться в обратную сторону, если не имеется

обратного клапана или он неисправен и не закрыт запорный вентиль на напорной стороне. То же самое может произойти с вентиляторами или дымососами за счет обратного тока воздуха или газа. Шиберы на воздухо- и газоведах должны быть закрыты и заперты или застопорены. Кроме того, на штурвалах задвижек и шиберов вывешивают плакат «Не открывать — работают люди».

У двухскоростных электродвигателей нельзя работать в цепи одной из обмоток при работе двигателя от второй обмотки, так как невключенная обмотка считается

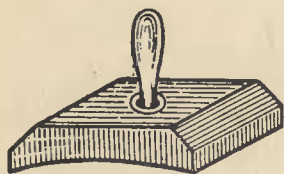


Рис. 13. Колодка для шлифовки коллектора.

в таком случае находящейся под напряжением. При работе электродвигателя, имеющего фазный ротор, производить какие-либо работы в цепях пускового реостата можно только при поднятых щетках, т. е. когда ротор отсоединен от цепей реостата.

В случае необходимости полировки колец или коллектора электродвигателя или генератора во время его работы допустимо

это выполнять только с помощью специальных колодок, изготовленных из изоляционного материала и имеющих приспособление (ручку, гребень, выступ) для удобного держания их рукой (рис. 13). Работу нужно производить, стоя на изолирующем основании.

Шлифование колец ротора генератора или коллектора возбuditеля посредством абразивных кругов при вращающемся роторе (якоре) следует производить специальным приспособлением, позволяющим надежно закрепить инструмент на неподвижной опоре и передвигать его посредством механического устройства. При работах по обточке или шлифовке колец или коллекторов работающие должны защищать глаза очками от пыли или частиц металла.

7. РАБОТЫ ВО ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЯХ

Работы во вторичных цепях, расположенных в помещениях с оборудованием напряжением выше 1 000 в, проводятся в соответствии с общими правилами допуска

к работам в установках напряжением выше 1 000 в независимо от того, находится ли основное оборудование присоединения (во вторичных цепях которого ведется работа) в работе или отключено для выполнения ремонтных работ.

В отдельных случаях, когда в помещениях с оборудованием напряжением выше 1 000 в все токоведущие части ограждены сплошными или сетчатыми ограждениями, полностью закрывающими ячейки или камеры, как, например, в КРУ, и во вторичных цепях возможно производить работы без снятия этих ограждений, допустимо работать оперативному персоналу, персоналу служб защиты, автоматики, телемеханики, связи и электролабораторий, обслуживающих данные установки, а также персоналу наладочных организаций без наряда, но по распоряжению. При этом квалификация производителя работ или работника, ведущего работы единолично, должна быть не ниже IV группы. Такой же порядок допускается при работах в цехах и помещениях, где нет токоведущих частей напряжением выше 1 000 в.

Такие же работы, выполняемые в коридорах закрытых распределительных устройств, в которых неогражденные токоведущие части расположены над проходом на высоте не менее 2,75 м при напряжении 35 кВ и 3,5 м при напряжении 110 кВ, или в шкафах релейной защиты, агрегатных шкафах (выключателей) или приводах, вынесенных за сетчатое ограждение на территории открытого распределительного устройства, также относятся к работам, выполняемым по распоряжению; при этом ремонтным персоналом или персоналом служб работы могут производиться не менее чем двумя лицами, а оперативным персоналом единолично.

При работах во вторичных цепях присоединения, отключенного и выведенного в ремонт, основной задачей обеспечения безопасности является обеспечение невозможности попадания напряжения по общим цепям от соседних присоединений, остающихся в работе. Это достигается снятием предохранителей или накладок как в цепях переменного тока, так и в цепях постоянного оперативного тока, питающего цепи сигнализации, управления, защиты и автоматики.

На присоединениях, где для управления, защиты и

сигнализации использован оперативный переменный ток, эта задача решается проще, так как при наличии блока питания данного присоединения достаточно отключить его со стороны питания. При наличии централизованного блока питания на несколько присоединений следует снять предохранители в цепи питания данного присоединения, после чего на сборке зажимов проверяется отсутствие напряжения в основных питающих цепях.

Работать следует только в цепях или на панели выведенного в ремонт присоединения, где должен быть вывешен плакат «Работать здесь». Если на одной панели расположены цепи нескольких присоединений, то плакаты уменьшенного размера (100×100 мм) следует вывешивать непосредственно на ремонтируемых цепях. При возможности целесообразно устанавливать временные ограждения между цепями присоединений.

В случае необходимости произвести проверку цепей управления посредством дистанционного включения и отключения выключателей установку предохранителей и подачу импульсов ключом управления допускается производить только после окончания работ на выключателе и его приводе и закрытия наряда на эти работы во избежание травмирования людей, работающих на приводе или выключателе. В некоторых случаях можно наряд не закрывать, но оформить перерыв работы с выводом бригады. Это, однако, допустимо в том случае, если выключатель и привод не разобраны и в состоянии выполнять нормальные операции включения и отключения. При проверке цепей разрешается одному члену бригады с квалификацией не ниже III группы оставаться в помещении с оборудованием напряжением выше 1 000 в. Однако производитель работ обязан четко проинструктировать его и указать зону рабочего места. Для проверки целостности цепей недопустимо пользоваться мегомметром напряжением выше 100 в, а также различными устройствами, подающими напряжение постоянного или переменного тока выше 36 в.

В ряде случаев возникает необходимость проверки вторичных цепей или других работ (проверка защиты, сигнализации, измерительных приборов) на присоединениях, находящихся в работе. При этих работах необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы обеспечить

безопасность работающих, а также не нарушить нормальную работу оборудования. В таких случаях работа ведется в цепях, находящихся под напряжением, поэтому все операции по отсоединению или присоединению реле, приборов, цепей следует выполнять инструментом с изолированными рукоятками, стоя на резиновом коврикe или в диэлектрических галошах.

Отсоединять токовые цепи приборов или реле, питаемых от трансформаторов тока, под током запрещается, так как при разрыве цепи на концах разрыва появляется напряжение, могущее достигать опасных величин (до нескольких киловольт). При необходимости разрыва токовой цепи вторичная обмотка трансформатора тока должна быть замкнута накоротко на специально предназначенных для этой цели зажимах. Для закорачивания применяется накладка, зажимаемая винтами на зажимах сборки. Зажатие винтов производится отверткой с изолированной рукояткой, как указано выше.

Применять различные подручные проводники для закорачивания зажимов или держать на время пересоединения прибора закорачивающую зажимы отвертку или другое приспособление категорически запрещается, потому что такие способы ненадежны и не исключают самопроизвольного нарушения закорачивания, что вызовет разрыв токовой цепи и появление опасного потенциала.

В цепях, где не имеется специальных зажимов для закорачивания вторичной цепи трансформатора тока, не разрешается производить работы, требующие замыкания токовой цепи. В цепях вторичной обмотки трансформатора тока между выводами обмотки и установленной временной закороткой не разрешается производить какие-либо работы, при которых может быть нарушена целостность цепи.

Работы во вторичных цепях должны во всех случаях производиться только по схемам соединений, а не по памяти, потому что при работе без схем не исключены ошибки, могущие привести к поражению током (при работах под напряжением). Особенно это относится к цепям автоматики в тепловых цехах, где на общих сборках располагаются цепи напряжением 220 и 380 в переменного тока.

8. РАБОТЫ В КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДУСТРОЙСТВАХ

В комплектных распреустройствах с выключателями на выкатывающихся тележках операции отключения присоединения для вывода в ремонт значительно упрощены: достаточно выкатить тележку, причем, если ремонт выключателя не требуется, а работы выполняются на отходящем кабеле или электродвигателе, достаточно выкатить тележку в «испытательное» положение, запереть ее в этом положении навесным замком и вывесить на ней плакат «Не включать — работают люди». Однако при работах на кабеле следует в кабельном отсеке наложить переносное заземление (заземляющие ножи), если нельзя наложить заземление у места работ.

В тех КРУ, которые установлены не вплотную к стене, проверку отсутствия напряжения на кабеле и наложение заземления возможно выполнять, сняв панель кабельного отсека с тыльной стороны ячейки. В случае же, если КРУ установлено вплотную к стене, для проверки отсутствия напряжения и наложения заземления необходимо выкатить тележку полностью и снять вертикальную перегородку кабельного отсека (или в тех КРУ, где эта перегородка выполнена в виде дверей, открыть их). При работах на кабеле после наложения заземления перегородка может быть установлена на места и тележка вкачена в «испытательное» положение и заперта, как указано выше.

Для подготовки рабочего места при работах в кабельном отсеке, как и при работах на кабеле, должна быть выкачена тележка, проверено отсутствие напряжения на кабеле и наложено заземление. В прислонных КРУ после наложения заземления перегородка кабельного отсека остается снятой (или открытой), верхняя автоматическая шторка запирается на замок, чтобы ее случайно нельзя было поднять вручную, и на ней вывешивается плакат «Стой — высокое напряжение». На открытых дверях шкафа вывешивается плакат «Не включать — работают люди».

При работах в отсеке тележки достаточно после выкатывания тележки запереть на замок шторки и перегородку кабельного отсека, не накладывая заземлений. Необходимо лишь вывесить плакаты «Стой — высокое

напряжение» на шторках и «Не включать — работают люди» на дверцах шкафа.

Если производится ремонт выключателя или других узлов, установленных на тележке, тележка полностью выкатывается из ячейки, откатывается на ремонтную площадку коридора (если работы не длительные, можно производить их непосредственно возле ячейки). Дверки шкафа после выкатки тележки следует закрыть и вывесить плакат «Не включать — работают люди». При необходимости произвести работы также на аппаратуре, размещенной на дверцах шкафа, дверцы не запирают, а плакат «Не включать — работают люди» должен вывешиваться внутри ячейки на задней стенке отсека. На верхней шторке должен быть вывешен плакат «Стой — высокое напряжение».

Всякие работы в отсеках ячеек, не отделенных от шин или от непосредственно соединенного со сборными шинами оборудования, запрещается производить без снятия напряжения со сборных шин и их заземления. Нельзя также снимать листы на верхней части шкафов (для осмотра шин), так как не исключено падение на шины этих листов, инструмента или работающих. Такие случаи в практике эксплуатации встречались и приводили к короткому замыканию на шинах и поражению работающих током.

Всякие работы в ячейках вводных выключателей производятся при снятии напряжения со всей секции и отключении подводящего кабеля с наложением заземлений в общем порядке. Точно так же работы в ячейках, не имеющих выкатывающихся тележек, производятся при снятии напряжения со стороны шин секции.

9. РАБОТЫ ПО ИСПЫТАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ

При всевозможных работах по испытанию электрооборудования используются посторонние источники тока различного напряжения, а испытательные схемы собираются посредством свободно висящих или разложенных проводов, зачастую пересекающихся и перепутанных между собой. Поэтому в таких условиях становится особо важным соблюдение определенного порядка выполнения испытаний, чтобы ошибочные манипуляции, неправильная сборка схемы или невнимательное произ-

водство испытаний не привели к поражению током лиц, участвующих в проведении испытаний или случайно находящихся вблизи испытываемого оборудования.

Испытываемое оборудование (трансформатор, выключатель, генератор, разрядник, изоляторы и т. п.) должно быть выведено в ремонт, т. е. отключено от действующей части электроустановки и заземлено в соответствии с общими правилами техники безопасности. Если испытания продолжаются длительное время (несколько часов), кроме подготовки рабочего места оперативным персоналом, лица, проводящие испытания, обязаны оградить оборудование вместе с приборами, проводкой, аппаратурой схемы испытания с вывешиванием соответствующих плакатов. Ограждение может быть осуществлено веревкой, натянутой на стойках, щитами, барьерами.

Источниками тока, применяемыми при испытаниях и представляющими в той или иной степени опасность для персонала, являются мегомметры, сеть 220 или 380 в (если испытания производятся при этом напряжении) и трансформаторы напряжения, используемые как повышающие при испытаниях, проводимых при повышенном напряжении, а также специальные испытательные установки (кенотроны) для испытания повышенным напряжением выпрямленного тока, установки для испытания электрической прочности масла и др.

Всякие испытания с подачей на электрооборудование напряжения от постороннего источника должны производиться не только при полном отключении данного участка электроустановки, но и при полном отсутствии на испытуемом участке людей, производящих работы или находящихся вблизи токоведущих частей.

Участки испытываемого присоединения, отделенные разъединителями от участка, на который подается испытательное напряжение, если на них производятся другие работы, должны быть заземлены во избежание попадания на эти участки испытательного напряжения. На время испытания корпус испытательной установки и каркас пульта управления, так же как и кожуха испытываемого оборудования, должны быть заземлены. Это необходимо для предотвращения появления напряжения на корпусах и кожухах оборудования в случае пробоя изоляции испытательным напряжением. В таком случае

прикосновение к пульту управления оператора, стоящего на земле, окажется опасным. Что касается испытываемого оборудования, то кожухи, как правило, бывают заземлены; перед испытанием в этом следует убедиться.

Наиболее распространенное испытание — измерение сопротивления изоляции или проверка целостности цепи мегомметром — должно производиться на отключенной части электроустановки — генераторе, трансформаторе, оборудовании одного присоединения в распредустройстве, на кабеле — лицами из состава бригады, которые имеют квалификацию не ниже III группы. В случае измерения изоляции полностью отсоединенного электродвигателя допустимо выполнять измерение единолично лицу III группы.

Концы проводов, которыми присоединяется мегомметр к оборудованию, должны иметь приспособления, чтобы их можно было закрепить в рабочем положении, а не держать руками. В противном случае на концах проводов должны быть наконечники из изоляционного материала или работающий должен применять диэлектрические перчатки на соответствующее напряжение. Обычно применяются мегомметры на напряжения 1 000 и 2 500 в, которые, несмотря на малую мощность мегомметра, могут представлять опасность.

Поскольку обычно измеряется сопротивление изоляции электроустановки по отношению к земле, то переносные заземления или заземляющие ножи перед измерением приходится снимать. В наряде это должно быть оговорено. Измерение изоляции следует делать на всех фазах поочередно. Если на токоведущих частях при снятии заземления появляется наведенное напряжение опасной величины, измерение мегомметром производить нельзя.

В виде исключения разрешается производить измерение изоляции обмотки статора и обмотки ротора на вращающемся, но невозбужденном генераторе при условии, что измерение производится со стороны нулевых выводов обмотки статора, а основные выводы закорочены. Измерение в цепях ротора и возбуждения можно производить единолично лицу III группы, а в цепях обмотки статора не менее чем двумя лицами, одно из которых должно иметь IV группу.

Эти измерения выполняются оперативным персоналом или ремонтным персоналом под наблюдением опе-

ративного персонала, а также по его распоряжению персоналом лаборатории.

При производстве испытаний с использованием повышенного напряжения опасность представляет как испытываемое оборудование, так и соединительные провода испытательной схемы, подающие повышенное напряжение к оборудованию, а также само испытательное оборудование (источник напряжения). Поэтому соединительные провода должны быть надежно закреплены на изолирующих подставках, чтобы было невозможно приближение их (в случае падения или продергивания) к расположенным вблизи токоведущим частям, находящимся под рабочим напряжением, а также к оборудованию другого присоединения, на котором могут в это время производиться работы. Расстояния между соединительными проводами и находящимися под рабочим напряжением токоведущими частями должны быть не менее тех, на которые допустимо приближение персонала к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Если эти расстояния получаются меньше допустимых, то искусственно увеличивать их посредством оттягивания или привязывания испытательных проводов не разрешается, поскольку это не обеспечивает безопасности. Допустимо лишь, как сказано ранее, закрепление на жестких изолирующих подпорках.

Испытательное оборудование и соединительные провода, если они располагаются на значительном протяжении (более 2—3 м), должны быть ограждены. На ограждении вывешиваются плакаты «Стоять — высокое напряжение». Если ограждения не могут быть установлены, должен быть поставлен наблюдающий, на обязанности которого лежит предупреждение всех приближающихся к месту испытания лиц об опасности приближения к оборудованию и соединительным проводам. В тех случаях, когда соединительные провода от испытательной установки выходят за пределы помещения распределительного устройства (например, если испытание ведется от передвижной испытательной установки, устанавливаемой во дворе подстанции), независимо от наличия ограждения должны быть поставлены один или несколько человек для предупреждения об опасности приближения или проникновения за ограждения. Это требуется вследствие того, что вне распределительного устройства к установке или

проводам могут подойти лица, не знакомые с электроустановками и не представляющие себе назначения ограждений и плакатов.

Если на испытуемом участке при допуске к работе были наложены заземления или заземляющие ножи, мешающие проведению испытаний, они после окончания сборки испытательной схемы непосредственно перед началом испытаний могут быть сняты. Обратное их наложение разрешается по окончании испытания после того, как вывод высокого напряжения испытательной установки будет заземлен лицом, производящим испытание.

Перед началом испытаний все работники бригады, производящей испытания по указанию производителя работ, должны быть удалены в безопасную зону. Распоряжения о пересоединении схемы, включении и отключении напряжения должны даваться четко, ясно без каких-либо упрощений только одним лицом, ведущим испытание без права передачи этой обязанности другим членам бригады. Подача напряжения производится или лично производителем работы, или (если включение питания на установку производится в некотором отдалении от места расположения испытательной аппаратуры) по его личному распоряжению.

Перед подачей испытательного напряжения производитель работ обязан еще раз лично убедиться в безопасности подачи напряжения, после чего предупреждает работников словами «даю напряжение» и включает сам или дает распоряжение о включении напряжения на испытательную установку от сети. После включения установки со стороны сети (напряжением до 1 000 в) запрещается производить какие-либо изменения в испытательной схеме как на стороне питания, так и на стороне повышенного напряжения. После включения установки производитель работ поднимает испытательное напряжение до необходимого предела и выполняет требуемые измерения.

После окончания испытания оборудования (или одной его фазы) напряжение снимается, по распоряжению производителя работ отключается установка со стороны питания, и затем производитель работ заземляет токоведущие части оборудования, на которые подавалось повышенное напряжение с целью снятия остаточного заряда. Это достигается наложением заземления на вы-

вод высокого напряжения установки, к которому остается присоединенным соединительный провод к оборудованию. Операция выполняется производителем работ с места испытания. Только после наложения заземления производитель работ сообщает об этом бригаде словами «напряжение снято» и дает распоряжение произвести пересоединение соединительного провода к другой фазе или о разборке схемы, если испытания закончены.

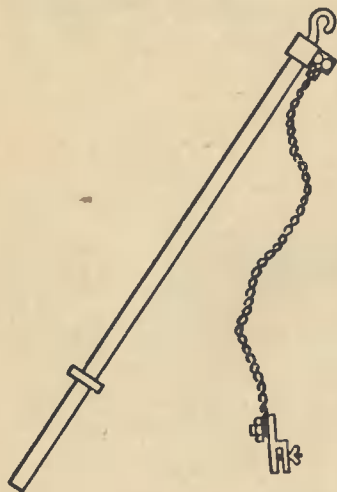


Рис. 14. Штанга для наложения заземления на оборудование после испытания изоляции повышенным напряжением.

Лицо, производящее пересоединение в схеме, должно сначала наложить на соединительный провод от вывода испытательной установки переносное заземление с помощью изолирующей штанги с заземляющим проводником (рис. 14) и только после этого производить пересоединение. При этом штанга с заземляющим проводником должна оставаться присоединенной к соединительному проводу. Лучше даже сначала штангой наложить соединительный провод на токоведущую часть другой фазы и затем руками в диэлектрических перчатках закреплять соединительный провод. Такой порядок операций особенно необходим при испытании кабелей выпрямленным напряжением. Заземление снимается только после окончания пересоединения в схеме, о чем лицо, выполнявшее пересоединение, должно сообщить производителю работ.

Порядок подачи напряжения для испытания следующей фазы такой же. Если в процессе испытания требуется изменить полярность подводимого напряжения от сети, что достигается изменением положения вилки в штепсельной розетке, производитель работ, хотя и снимает напряжение с испытуемого оборудования, не

должен сообщать «напряжение снято», поскольку процесс испытания еще не закончен. Если напряжение от сети подается к испытательной установке через рубильник, пересоединение проводов для изменения полярности должно производиться при отключенном рубильнике и установленном между ножами и контактами рубильника изолирующем ограждении (накладке).

В тех случаях, когда напряжение от сети к испытательной установке подается посредством отдельно установленного рубильника или штепсельной розетки, у рубильника или штепселя должен на время испытания дежурить один из членов бригады. Он должен производить по команде производителя работ включение и отключение напряжения, причем после отключения рубильника на время пересоединения в высоковольтной части схемы должна быть установлена между ножами и контактами изолирующая накладка, предотвращающая самопроизвольное включение рубильника.

При испытаниях кабелей напряжением выше 1 000 в в дополнение к мерам, указанным выше, выполняемым в месте расположения испытательной установки, на противоположном конце кабеля необходимо вывесить плакат «Стоять — высокое напряжение», а на приводе отключенного разъединителя этого кабеля плакат «Не включать — работают люди». Кроме того, если вблизи этого конца кабеля ведутся другие работы, на время испытаний у кабеля следует поставить наблюдающего для предупреждения об опасности приближения к кабелю. Аналогичные меры должны быть приняты, если испытывается кабель, трасса которого частично вскрыта или разделанные концы располагаются в траншее (яме). Перед испытанием все люди с вскрытой части трассы удаляются, разделанные концы ограждаются и на ограждении вывешивается плакат «Стоять — высокое напряжение». У огражденной ямы с разделанными концами кабеля должно находиться лицо, наблюдающее, чтобы люди не подходили к месту разделки кабеля.

10. РАБОТЫ В ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ

Опасность работ в электролизных связана со взрывоопасностью газовой смеси, опасностью поражения электрическим током и концентрированными щелочами.

Ремонт электролизера, находящегося под напряжением, запрещается. Все ремонтные работы производятся только после отключения электролизера от источников питания, что выполняется по общим правилам. Автоматы двигатель-генераторов должны быть отключены, между контактами установлены изолирующие ограждения — накладки, предотвращающие ошибочное включение. На приводы автоматов вывешиваются плакаты «Не включать — работают люди». Заземлений на щитах управления и на самом электролизере устанавливать не требуется.

Концентрированные щелочные растворы при попадании на кожу вызывают ожоги. Особенно опасно попадание щелочи на слизистые оболочки и в глаза. Работы по приготовлению и взятию на анализ электролита должны производиться только с применением защитной одежды — резинового фартука, резиновых сапог и резиновых перчаток и защитных очков, защищающих от брызг.

При работах, связанных с переливанием электролита, заполнением или опорожнением электролизера, работах на аппаратах, трубопроводах, арматуре также должны использоваться защитные очки и одежда.

Работы на арматуре, находящейся под давлением (подтяжка сальников, болтовых соединений и т. д.), запрещаются. Работы на указателях уровня должны производиться только при закрытых вентилях указателя уровня и в защитных очках и одежде.

Работы, связанные с разборкой аппаратов и арматуры, работающих с щелочными растворами, допускается производить только после снятия давления, слива раствора щелочи и тщательной промывки (до полного удаления следов щелочи). В таких случаях применение защитной одежды не обязательно. Если же промывку выполнить почему-либо невозможно, то работы без защитной одежды производить нельзя. При работах на части аппаратов, отделяемых от остального оборудования, находящегося под давлением, вентилями, на приводах этих вентилях должны быть вывешены плакаты «Не открывать — работают люди».

Работы на аппаратах, содержащих водород или кислород под давлением, без отсоединения, снятия давления и продувки инертным газом запрещаются. Всякие

164-13

работы на арматуре или газопроводах, находящихся под давлением, могут привести к появлению утечки водорода, которая при достаточно интенсивной струе обычно вызывает самовозгорание водорода. Если до этого вследствие утечки в помещении образовалась смесь взрывоопасной концентрации, то появление пламени вызовет взрыв значительной разрушительной силы.

Для ремонта аппаратуры электролизной установки необходимо снять с установки напряжение и давление. Аппаратура, на которой ведутся работы, должна быть отсоединена от остальной установки, для чего вентили, через которые могут к месту работ поступать водород или кислород, следует закрыть, вывесив на них плакаты «Не открывать — работают люди». Отсоединение участка, выводимого в ремонт, может быть также осуществлено установкой заглушек на рассоединенных фланцах или демонтажом части трубопровода. Если же в схеме имеется два последовательно-расположенных вентиля на трубе, которую нужно отсоединить, их следует закрыть и обеспечить открытие продувочного вентиля на участке между вентилями. Затем необходимо произвести продувку аппаратуры инертным газом (азотом или углекислым газом). Выпускные вентили в системе продувки должны оставаться открытыми. На месте работы вывешивается плакат «Работать здесь».

Работы на аппаратуре, отключенной от остальной установки, но находящейся в помещении с оборудованием под давлением, могут производиться при наличии вентиляции, обеспечивающей достаточный обмен воздуха.

Сварочные работы в помещении электролизной установки могут производиться только после полного отключения установки (снятия напряжения и давления), продувки ее и проведения анализа воздуха на отсутствие водорода в помещении. Вентиляция при этом должна быть постоянно включена.

11. РАБОТЫ В АККУМУЛЯТОРНЫХ

В помещениях кислотных аккумуляторных батарей мелкие эксплуатационные работы производятся без снятия напряжения с батарей, поэтому необходимо соблюдать осторожность.

Перед началом работ должна быть включена вентиляция, и ее не следует отключать в течение производства работ. Это необходимо как с целью предотвращения образования взрывоопасной смеси газов, так и с целью очистки воздуха от испарений, действующих раздражающе на слизистые оболочки.

Необходимо остерегаться замыканий отдельных элементов во время осмотров, так как при этом могут возникнуть искры и вызвать взрыв. В помещении аккумуляторной нельзя входить с горячей папиросой и курить или зажигать огонь, а также пользоваться электронагревательными приборами.



Рис. 15. Переливание кислоты из бутылки в сосуд.

Работы с кислотой и электролитом (разведение электролита, доливка элементов) необходимо производить в кислотостойком костюме, резиновых перчатках и защитных очках. При работах следует поблизости иметь сосуд с раствором соды. Переноска бутылей с кислотой должна производиться двумя лицами только с помощью специальных носилок, приспособленных для надежного закрепления в них бутылки на уровне двух третей ее высоты, чтобы не могло произойти опрокидывания бутылки. Переливание кислоты из бутылки в меньший сосуд (кружку) необходимо производить с помощью приспособлений, позволяющих, закрепив в них надежно бутылку, понемногу наклонять ее, как показано на рис. 15. Ни в коем случае не разрешается держать бутылку с кислотой на руках одному или более лицам, так как при этом не исключена возможность уронить бутылку или даже только перелить большее количество кислоты, чем нужно.

Составление раствора электролита необходимо производить в определенном порядке: сначала в смешительный сосуд наливается дистиллированная вода в необхо-

дином количестве, а затем тонкой струей из кружки вместимостью не более 2 л в сосуд вливается кислота. Ни в коем случае нельзя вливать воду в кислоту, потому что при смешивании происходит большое выделение тепла, вода частично испаряется и вследствие бурного парообразования происходит разбрызгивание малого количества вливаемой воды и кислоты. При вливании кислоты в воду большое количество воды не может превратиться в пар от воздействия малого количества кислоты и процесс идет менее бурно за счет быстрого охлаждения смеси. Для ускорения охлаждения и чтобы не создавались местные очаги нагрева в месте вливания струи кислоты раствор нужно все время размешивать стеклянной или эбонитовой палкой (или трубкой). Вливать кислоту следует в середину сосуда, особенно если сосуд стеклянный, так как от нагрева в месте вливания струи кислоты вблизи стенки сосуда может треснуть.

Работы по пайке пластин в аккумуляторном помещении разрешается производить только после полного удаления всех газов из помещения с помощью вентиляции. Кроме того, работы должны производиться при отсутствии газообразования в аккумуляторах. Для этого батарея должна не менее 2 ч до начала работ работать в режиме разряда. Во время работы должна производиться непрерывная вентиляция помещения. Место пайки отгораживается от остальной батареи огнестойкими щитами. Перед выполнением пайки производится зачистка ушков пластин, при этом в месте работы повышается концентрация свинцовой пыли в воздухе. Вдыхание этой пыли вредно, поэтому работу следует производить в респираторе, который целесообразно применять и при пайке пластин.

12. РАБОТЫ В КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Основной опасностью работы в кабельных туннелях, коллекторах, колодцах является опасность отравления газами, могущими скопиться в этих сооружениях. В ряде случаев кабельные сооружения располагаются вблизи газовых магистралей или сетей и не исключается попадание газа внутрь кабельных сооружений. Кроме

того, из грунта могут попадать в сооружения другие газы, вредные для дыхания. Поэтому перед началом работ, хотя бы и кратковременных, должна быть произведена проверка отсутствия горючих и вредных газов. Проверка должна производиться только с помощью газоанализатора.

Во всех случаях перед началом работы независимо от того, обнаружены вредные газы или нет, в колодцы, не имеющие приточно-вытяжной вентиляции, необходимо произвести нагнетание чистого воздуха посредством установленного снаружи вентилятора. При этом воздух должен подаваться через рукав в нижнюю часть колодца, чтобы вытеснить воздух из колодца наружу. Если в колодце или туннеле обнаружены вредные газы, то вентиляция посредством подачи чистого воздуха должна производиться в течение работы все время или периодически в зависимости от интенсивности попадания газа.

Однако, если имеется попадание горючего газа в значительном количестве, работы нельзя производить. Может быть допущен только осмотр, причем лица, проводящие осмотр, должны надеть противогазы.

В тех местах, где возможно попадание в колодцы горючего газа, открывание люка колодца следует производить с осторожностью, без каких-либо ударов механическими инструментами, так как при ударах может получиться искра, которая может вызвать взрыв.

Если в колодцах или туннелях не обнаружено горючих или вредных газов и постоянной вентиляции при работе не производится, работающие, длительно находящиеся в туннеле или колодце, должны периодически выходить наружу на некоторое время.

Разжигание паяльных ламп, разогрев припоя и мастики в колодцах запрещается, так как из-за тесного пространства в колодце эти операции могут вызвать ожоги работающего. Опускание в колодец разогретой мастики или расплавленного припоя следует производить в закрытых ковшах или бачках, подвешенных с помощью карабина к тросику. В туннелях, где свободное пространство больше, чем в колодце, разрешается разжигание паяльных ламп и жаровен для разогрева мастики, но место установки лампы или жаровни должно ограждаться щитками из огнестойкого материала, на-

пример, асбоцемента, металла, препятствующими распространению пламени.

Если туннели не имеют постоянного освещения, переносные лампы должны быть на напряжение не выше 12 в.

Определение кабеля, на котором должны производиться работы, необходимо выполнять с помощью кабелеискательного аппарата. Использование кабельного прокола в туннелях и колодцах допускается только в том случае, если работу по прокалыванию кабеля можно производить вне колодца или на достаточном расстоянии от прокола. Это требование вызвано тем, что при проколе может произойти закорачивание жил находящегося под напряжением кабеля, что вызовет дугу, разбрызгивание металла и т. п. и при близком расстоянии до оператора может привести к его поражению.

Перемещение кабелей, находящихся под напряжением, может быть допущено в исключительных случаях, когда, например, из-за работающих кабелей невозможно подойти к кабелю, на котором будут производиться работы, связанные с его вскрытием. Работающие должны иметь на руках диэлектрические перчатки, поверх которых следует надевать брезентовые рукавицы для защиты перчаток от механического повреждения. Перемещать кабель следует осторожно, при температуре кабеля не ниже $+5^{\circ}\text{C}$, следя, чтобы у муфт не происходило изгиба или натяжки кабеля.

В туннелях место работы должно всегда находиться между двумя открытыми выходами (дверями, люками), для того чтобы в случае необходимости при появлении каких-либо ненормальных условий (повреждение работающего кабеля, возгорание кабелей или других предметов) работающие могли быстро удалиться от места работы и выйти из туннеля без всяких ограничений в направлении передвижения.

У открытого люка колодца должно быть установлено ограждение или предупредительный знак (в темное время суток с фонарем).

В случае, если в колодце работает один человек, около люка на поверхности земли должен дежурить второй человек из состава бригады.

13. РАБОТЫ НА ОБОРУДОВАНИИ, ИМЕЮЩЕМ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

При производстве работ на выключателях, разъединителях, отделителях, имеющих пневматический привод, необходимо принимать меры, предотвращающие ошибочное или самопроизвольное действие приводов. Хотя действие приводов, обычно управляемых посредством электрических устройств, может быть предотвращено снятием предохранителей в цепях оперативного тока, это является недостаточным, поскольку при перемещении некоторых деталей привода (что может произойти при его разборке) под давлением воздуха привод может подействовать.

Такое самопроизвольное действие привода или аппарата, им приводимого, может привести к травме работающих. Поэтому при выводе в ремонт аппарата с пневматическим приводом или воздушного выключателя необходимо закрыть вентили на воздухопроводах, подводящих воздух в баки выключателей или к приводам, а весь остающийся в полостях приводов и выключателей воздух следует выпустить в атмосферу. При необходимости производить работы внутри баков выключателей вентиль на воздухопроводе, подающем воздух в баки, должен быть не только закрыт, но и заперт на замок, чтобы совершенно исключить ошибочное его открытие. Все спускные пробки, краны, вентили на все время работ должны оставаться открытыми. На закрытых вентилях вывешиваются плакаты «Не открывать — работают люди», а на ключах и кнопках управления плакаты «Не включать — работают люди».

Кроме снятия предохранителей в цепях оперативного тока, необходимо снимать напряжение с подогревателей, установленных в шкафах приводов и агрегатных шкафах.

К разборке аппаратов, работающих под давлением воздуха, допустимо приступать только после полного выпуска воздуха, находящегося под давлением. Это требование распространяется не только на части привода или выключателя, но и на различные люки, флянцы воздухопроводов и т. п. Выпуск воздуха осуществляется постепенным открыванием выпускного вентиля или спускной пробки. Не следует сразу отвинчивать пробки,

находящиеся под давлением, так как давлением воздуха пробка может быть вырвана с последней нитки резьбы и ударит работающего.

Если в процессе ремонта или наладки необходимо производить пробные отключения и включения воздушного выключателя или разъединителя, разрешается подача воздуха в аппарат и напряжения к цепям управления, причем эти операции производит оперативный персонал или по его разрешению производитель работ. Запрещающие предупредительные плакаты с ключей управления и вентилей на воздухопроводах на время опробования снимаются.

Операции по дистанционному управлению приводом выполняются производителем работ или по его команде оперативным персоналом. По окончании опробования, если работа еще не закончилась, оперативный персонал или по его разрешению производитель работ должен вновь выполнить все технические меры, необходимые для допуска к работам.

Ввиду того что не исключено повреждение полых фарфоровых изоляторов воздушного выключателя при его отключении, территория вокруг ремонтируемого или налаживаемого воздушного выключателя должна быть ограждена канатом и предупредительными плакатами (например, «Стоять — опасно для жизни»), установленными на таком расстоянии, куда не могли бы долететь осколки фарфора при разрушении изолятора. Персонал, производящий операции с выключателем при наладке, должен располагаться за пределами опасной зоны либо в надежном укрытии. Окна для наблюдения за выключателем должны быть закрыты достаточно мелкой сеткой. Не разрешается производить операции с выключателем, если в зоне ограждения или вне укрытия находятся люди как из состава бригады, производящей испытания или наладку, так и посторонний персонал. Команду на выполнение операции может давать только одно лицо, ведущее работы (производитель работ или член бригады, руководящий наладкой), которое перед подачей команды должно убедиться в отсутствии людей в опасной зоне.

Работы непосредственно на корпусе воздушного выключателя разрешаются только при полном снятии давления и напряжения. Как исключение разрешается

подъем на находящийся под рабочим давлением выключатель (но отключенный от напряжения) только для некоторых наладочных работ или испытаний. Однако это не распространяется на выключатели с воздушно-наполненным отделителем. Когда такой отделитель находится под рабочим давлением, подниматься на выключатель ни в коем случае нельзя.

Перед подъемом работника на выключатель необходимо проверить, снят ли оперативный ток. Кроме того, во время нахождения человека на выключателе недопустимо производить какие-либо работы в приводе, в системе клапанов, кнопок управления во избежание случайного включения или отключения выключателя или ножа отделителя. У шкафа на это время должен находиться один из членов бригады и не допускать кого бы то ни было к работе в шкафу. Вместе с тем находящийся на выключателе работник не должен находиться в зоне действия ножа.

Одновременное выполнение работ на выключателе и в приводе или в шкафах управления разрешается только в таком случае, если с выключателя и системы управления полностью снято давление воздуха и все выпускные пробки оставлены открытыми.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ХАРАКТЕРИСТИКИ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

I группа. Лица, связанные с обслуживанием электроустановок, но не имеющие электротехнических знаний, отчетливого представления об опасностях электрического тока и мерах безопасности при работах в электроустановках.

II группа. Лица, имеющие элементарное техническое знакомство с электроустановками, достаточно отчетливо представляющие опасность электрического тока и приближения к токоведущим частям, знающие основные меры предосторожности при работах в электроустановках и имеющие практическое знакомство с правилами оказания первой помощи.

III группа. Лица, имеющие элементарные познания из области электротехники и знакомство с устройством и обслуживанием электроустановок, достаточно отчетливо представляющие опасность при работах в электроустановках, знающие общие правила техники безопасности и правила допуска к работам в электроустановках, а также специальные правила техники безопасности по видам работ, входящим в обязанности данного лица, умеющие вести надзор за работающими в электроустановках, знающие правила оказания

первой помощи и умеющие практически оказать первую помощь пострадавшему.

IV группа. Лица, имеющие познания в электротехнике в объеме техминимума и полное представление об опасности при работах в электроустановках, знающие полностью общие и специальные правила техники безопасности, а также правила применения защитных средств в электроустановках, знающие установки настолько, что свободно могут разбираться, какие именно элементы должны быть отключены для производства работы, найти в натуре все эти элементы и проверить выполнение необходимых мероприятий по безопасности, знающие правила оказания первой помощи и умеющие практически оказать первую помощь.

V группа. Лица, знающие схемы и оборудование своего участка, твердо знающие общие и специальные правила техники безопасности и правила применения защитных средств в электроустановках, имеющие полное представление, чем вызвано требование того или иного пункта правил, умеющие организовать безопасное производство работ и вести надзор за работами, твердо знающие правила оказания первой помощи, умеющие практически оказать первую помощь пострадавшим и могущие обучать персонал других групп правилами техники безопасности и оказания первой помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич Н. Л., Электротравма, Медгиз, 1963.
 2. Маноилов В. Е., Проблемы электробезопасности, Госэнергоиздат, 1961.
 3. Эксплуатация и ремонт воздушных выключателей 110—154 кВ с открытым ножевым разъединителем, изд-во «Энергия», 1964.
 4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, Госэнергоиздат, 1961.
 5. Правила пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках, изд-во «Энергия», 1964.
 6. Информационное сообщение № Э-2/56 Техуправления МЭС.
 7. Информационное сообщение № Э 6/56 Техуправления МЭС.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Опасность выполнения работ в электроустановках	4
2. Обеспечение безопасности работающих в электроустановках	0
3. Организация безопасного производства работ	10
4. Технические мероприятия	27
5. Работы без снятия напряжения	34
6. Работы на электрических машинах	45
7. Работы во вторичных цепях	50
8. Работы в комплектных распределительных устройствах	54
9. Работы по испытанию оборудования	55
10. Работы в электролизных	61
11. Работы в аккумуляторных	63
12. Работы в кабельных сооружениях	65
13. Работы на оборудовании, имеющем пневматические приводы	68
<i>Приложение.</i> Характеристики квалификации персонала	70
Литература	71

Цена 14 коп.