

Г67

архив

Р. Д. Горбачевский

ОСНОВЫ
ТЕХНИКИ
БЕЗОПАСНОСТИ
И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
ТЕХНИКИ

В нашей стране уделяется огромное внимание мероприятиям по улучшению условий труда, ликвидации производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Осуществление этих задач требует от инженерно-технических работников промышленности, транспорта, связи и строек, наряду с выполнением производственных задач, обеспечения безопасных и здоровых условий труда. Большое народнохозяйственное значение имеет также сохранность социалистического имущества от пожаров.

Способы и средства, обеспечивающие техническую и пожарную безопасность на производстве, изучаются в специальных дисциплинах и в общем курсе Основы техники безопасности и противопожарной техники.

Настоящий учебник составлен по программе курса для институтов связи. В нём изложены основные вопросы охраны труда в СССР, меры и средства защиты от электротравматизма в электроустановках и устройствах связи, основы производственной санитарии и противопожарной техники применительно к специфике предприятий связи.

Книга рассчитана на студентов электротехнических вузов связи и может служить пособием для работников, осуществляющих разработки и эксплуатацию установок связи.

Все замечания по книге просьба направлять в издательство «Связь» (Москва-центр, Чистопрудный бульвар, 2).

Автор

Организация охраны труда в СССР

§ 1. Основы законодательства по охране труда в СССР

Труд в Советском Союзе является обязанностью и делом чести каждого способного к труду человека. Право всех граждан на труд и отдых закреплено основным законом советского государства — Конституцией СССР.

Коммунистическая партия Советского Союза проявляет неустанную заботу о благосостоянии народа и улучшении условий труда. В принятой на XXII съезде КПСС Программе партии намечается всемерное оздоровление и облегчение условий труда, внедрение современных средств техники безопасности и обеспечение санитарно-гигиенических условий, устраняющих производственный травматизм и профессиональные заболевания.

В капиталистических странах обеспечение безопасности труда зависит от произвола предпринимателей. Охрана труда и техника безопасности требуют постоянного внимания и огромных затрат, а предприниматели не заинтересованы в расходовании больших средств на эти цели, их не интересует судьба рабочих, пострадавших на производстве и потерявших трудоспособность. Всё это приводит к увеличению заболеваемости и росту производственного травматизма.

В Советском Союзе охрана труда — важнейшая государственная задача, обязанность хозяйственных и профсоюзных органов; на охрану труда и технику безопасности ежегодно выделяются огромные средства. В Советском Союзе непрерывно снижаются заболеваемость и производственный травматизм. Успешное выполнение народнохозяйственных планов в области внедрения новой техники, автоматизации производственных процессов, механизации тяжёлых и трудоёмких работ обеспечивает рост производительности и дальнейшее улучшение условий труда. Так сбывается пред-

видение В. И. Ленина о том, что технический прогресс при социализме «...сделает условия труда более гигиеничными, избавит миллионы рабочих от дыма, пыли и грязи, ускорит превращение грязных, отвратительных мастерских в чистые, светлые, достойные человека лаборатории»¹.

Основы трудового законодательства в Советском Союзе определяются Конституцией СССР, Кодексом законов о труде (КЗОТ), а также постановлениями партии и правительства. В СССР установлен семичасовой рабочий день. Программой КПСС намечается переход на шестичасовой рабочий день при одном выходном дне в неделю или на 35-часовую рабочую неделю при двух выходных днях в неделю. Таким образом, СССР станет страной самого короткого в мире рабочего дня и самой короткой рабочей недели.

Согласно КЗОТу в течение установленного рабочего времени трудящемуся должен быть предоставлен перерыв для отдыха и принятия пищи (ст. 98). При работах, не допускающих перерыва (на электростанциях, в узлах телефонной и телеграфной связи и т. п.), трудящимся должна быть предоставлена возможность принятия пищи в рабочее время.

Сверхурочные работы допускаются лишь в исключительных случаях, например для предотвращения общественных бедствий и опасности, при производстве общественно необходимых работ по водоснабжению, освещению, транспорту, почтово-телеграфной и телефонной связи, для устранения случайных и неожиданных обстоятельств, нарушающих правильное их функционирование. При этом во всех случаях на сверхурочные работы требуется согласие профсоюза. В экстренных случаях допускаются сверхурочные работы без согласования с профсоюзными организациями, но с обязательным последующим их уведомлением.

К вредным работам допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр, который проводится перед поступлением на работу и затем периодически повторяется в установленные сроки.

Статьями 114 и 115 КЗОТа устанавливаются ежегодные отпуска не менее 12 рабочих дней и дополнительные отпуска по вредности производства. Так, например, работникам, обслуживающим аккумуляторные установки, и персоналу, непосредственно занятому обслуживанием генераторов увч, предоставляется дополнительный отпуск по вредности продолжительностью в 12 рабочих дней.

Госкомитет Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы совместно с ВЦСПС утвердил в июле 1963 г. полный список производств и профессий с вредными условиями труда, для работников которых установлен сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск по вредности.

¹ В. И. Ленин. Соч., изд. 4, т. 19, стр. 42.

Программой КПСС намечено постепенное увеличение оплачиваемых отпусков для всех рабочих и служащих до трёх недель, а в дальнейшем — до месяца.

КЗОТ запрещает применение труда женщин и подростков в особо тяжёлых и вредных производствах (ст. 129 и 135). Список работ, к которым не допускаются женщины, утверждён НКТ СССР (апрель 1932 г.), а список работ, к которым не допускаются подростки моложе 18 лет, — Госкомитетом по труду и заработной плате совместно с ВЦСПС (август 1959 г.). Применение детского труда в СССР запрещено, а для подростков моложе 18 лет установлен четырёх- и шестичасовой рабочий день. КЗОТом предусмотрены также необходимые меры по охране труда (механизация тяжёлых и опасных работ, санитарно-бытовые условия, устройства вентиляции и т. п.). Для их осуществления на действующих предприятиях ежегодно выделяются специальные средства, а при строительстве новых и реконструкции старых предприятий финансирование предусматривается в сметах стоимости строительства.

Согласно КЗОТу ни одно предприятие не может быть открыто или переведено в другое здание без санкции технической инспекции и органов санитарно-промышленного надзора (ст. 138), а на всех действующих предприятиях и в учреждениях должны приниматься необходимые меры для устранения или уменьшения вредных условий работы, предупреждения несчастных случаев и содержания места работы в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии (ст. 139).

Постановления КЗОТа обязательны для всех предприятий и учреждений. Лица, ответственные за производство работ, нарушившие положения КЗОТа или поставившие работника в такие условия, при которых он утратил или мог бы утратить трудоспособность, привлекаются к судебной ответственности. Согласно ст. 140 Уголовного кодекса РСФСР нарушения должностными лицами правил по технике безопасности, промышленной санитарии или иных правил охраны труда наказываются:

- лишением свободы на срок до одного года, или исправительными работами на тот же срок, или штрафом до ста рублей, или увольнением от должности, если нарушения могли повлечь за собой несчастные случаи с людьми или иные тяжкие последствия;

- лишением свободы на срок до трёх лет или исправительными работами на срок до одного года, если нарушения повлекли за собой причинение телесных повреждений или утрату трудоспособности;

- лишением свободы на срок до пяти лет, если эти нарушения повлекли за собой смерть человека или причинение тяжких телесных повреждений нескольким лицам.

§ 2. Организация работы по охране труда и технике безопасности

Роль и задачи инженерно-технического персонала

На рис. 1 дана схема организации работы и контроля по охране труда и технике безопасности на предприятиях связи.

Руководство работой по охране труда осуществляют Отдел труда и заработной платы и отраслевое управление Министерства связи СССР. Министерство связи СССР утверждает нормативные материалы, инструкции и правила по технике безопасности, организует пропаганду этих правил и норм путём издания и распро-

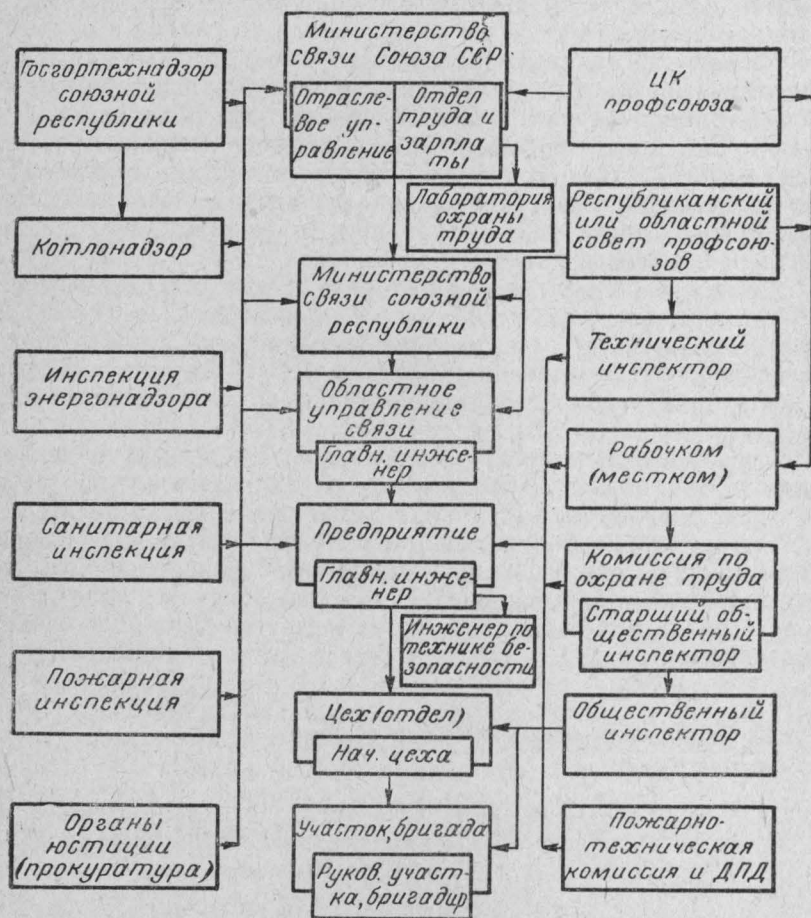


Рис. 1. Схема организации работы по охране труда и технике безопасности на предприятиях связи

странения брошюр, памяток, плакатов, устройства выставок, кабинетов и т. п. Вся работа по охране труда ведётся Министерством связи СССР совместно или в согласовании с ЦК профсоюза работников связи, рабочих автотранспорта и шоссейных дорог, а в союзных республиках — республиканскими министерствами связи совместно с республиканскими или областными (краевыми) советами профсоюзов.

Научная разработка вопросов охраны труда и безопасных методов ведения работ на предприятиях связи проводится лабораторией охраны труда Министерства связи СССР.

Начальник и главный инженер областного или краевого управления связи организуют работу по технике безопасности, охране труда и промсанитарии на подчинённых управлению предприятиях и стройках. В помощь главному инженеру выделяется инженер по технике безопасности.

Начальник и технический руководитель (главный инженер) предприятия организуют работу по технике безопасности, охране труда и промсанитарии непосредственно на предприятии (или стройке). Они несут ответственность за состояние техники безопасности и охрану труда. В случае необходимости для практической работы по технике безопасности в помощь начальнику и техническому руководителю выделяется инженер или техник, непосредственно подчинённый главному инженеру.

В цехах и участках предприятий связи работу по технике безопасности и охране труда ведут начальники цехов и участков. Они проводят инструктаж рабочих, проверяют степень их обученности безопасным методам ведения работ и несут ответственность за состояние техники безопасности и охраны труда в пределах цеха (участка).

Все должностные лица, ответственные за состояние техники безопасности и охрану труда, а также руководители отдельных видов работ, бригадиры, начальники цехов обязаны обеспечить безопасность ведения работ всеми работниками, следить за исправным состоянием оборудования, аппаратуры и инструментов, защитных средств и приспособлений, за санитарным состоянием производственного помещения и за соблюдением правил пожарной безопасности.

Государственный и общественный надзор за охраной труда

Надзор за соблюдением законодательства по охране труда и выполнением установленных правил по технической и пожарной безопасности осуществляют в Советском Союзе профсоюзные организации, государственные специализированные инспекции (госгортехнадзор, санитарная инспекция, энергонadzор, пожарная инспекция и др.) и органы юстиции (рис. 1).

Все эти профсоюзные и государственные органы добиваются выполнения на предприятиях связи всех необходимых мер по охране труда и технике безопасности, а также участвуют в разработке правил и инструкций по охране труда, технической и пожарной безопасности.

Технические инспекторы и местные профсоюзные комитеты. Технические инспекторы республиканских или областных советов профсоюзов осуществляют надзор за безопасным ведением работ на предприятиях, наблюдают за выполнением положений КЗОТа и других постановлений правительства в области охраны труда. Для этого технические инспекторы регулярно посещают закреплённые за ними предприятия, проверяют состояние техники безопасности и дают обязательные для администрации предписания об устранении замеченных нарушений законодательства и правил по охране труда и технике безопасности.

В необходимых случаях технические инспекторы требуют от руководителей предприятий проведения технической экспертизы по состоянию зданий, сооружений, машин и оборудования в целях определения безопасности их эксплуатации.

Если работы на предприятии могут привести к несчастным случаям или заболеванию работающих, технические инспекторы имеют право приостанавливать работу на отдельных производственных участках и ставить вопрос перед советом профсоюзов о приостановлении работы всего предприятия или отдельных цехов.

Для обеспечения здоровых условий труда, технической и пожарной безопасности большое значение имеет предупредительный надзор. При реконструкции и строительстве предприятий технические инспекторы добиваются выполнения всех работ по технике безопасности, участвуют в комиссиях по приёмке этих предприятий и дают санкции на пуск их в эксплуатацию, если они отвечают всем требованиям техники безопасности и производственной санитарии. В обязанности технического инспектора входит проверка обученности рабочих безопасным методам работы, наличия и исправности защитных устройств и индивидуальных защитных средств, эффективности работы вентиляции и соответствия освещённости рабочих мест установленным нормам.

Технический инспектор проводит также контроль за механизацией тяжёлых, трудоёмких и вредных работ, за своевременной выдачей спецодежды и защитных приспособлений и за выполнением установленных положений о расследовании и регистрации несчастных случаев на производстве. Контроль за выполнением администрацией предприятия законодательства о труде, правил и норм по технике безопасности осуществляют также местные профсоюзные организации.

Местный комитет (рабочком) заключает с администрацией предприятия коллективный договор, в котором предусматривается проведение всех необходимых мероприятий по охране труда и технике безопасности.

Для широкого участия членов профсоюза в работе по оздоровлению условий труда на всех предприятиях при месткомах создаются комиссии по охране труда в количестве от 3 до 21 человека. Комиссии охраны труда возглавляет член месткома, который одновременно является старшим общественным инспектором.

В цехах и участках избираются общественные инспекторы, которые в порядке общественной работы осуществляют контроль за охраной труда и выполнением правил по технике безопасности в пределах цеха, участка и т. п.

Общественный инспектор может требовать от администрации необходимых объяснений, документов и других сведений, касающихся охраны труда и техники безопасности. Через технического инспектора, или по предварительному согласованию с ним, общественный инспектор имеет право давать обязательные для администрации указания об устранении нарушений правил охраны труда и техники безопасности.

Советы профсоюзов могут привлекать инженерно-технических работников и квалифицированных рабочих предприятий в качестве внештатных технических инспекторов, на которых распространяется положение о техническом инспекторе (штатном), за исключением права налагать денежные штрафы на административных лиц, виновных в нарушении правил техники безопасности и охраны труда.

Инспекции Госгортехнадзора и Энергонадзора. Котлы, трубопроводы для пара и газа, сосуды, работающие под давлением (баллоны), подъёмные краны, лифты и другие подъёмные механизмы подлежат периодическим испытаниям для проверки безопасности их эксплуатации. Надзор за эксплуатацией этих видов оборудования осуществляют органы Государственных комитетов Советов Министров союзных республик по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзор).

В составе Госгортехнадзора союзных республик имеются специальные отделы Котлонадзора.

Органы этих комитетов (или инспекций) проводят испытания и дают заключения на право эксплуатации указанных видов оборудования. Так, например, всё оборудование для подъёма людей на радиомачты (лебёдки, тросы и т. д.) должно быть освидетельствовано согласно требованиям Котлонадзора. Для этого на предприятиях связи выделяются ответственные лица, которые проводят эти освидетельствования (испытания) в установленные Котлонадзором сроки.

Надзор за правильным устройством и безопасной эксплуатацией электроустановок осуществляют органы Государственной инспекции по промышленной энергетике и энергетическому надзору (Энергонадзор).

Санитарная инспекция. Всесоюзная государственная санитарная инспекция Министерства здравоохранения СССР и её

органы (в союзных республиках, областях, городах и районах) осуществляют надзор за проведением мероприятий по охране атмосферного воздуха, почвы и водоемов от загрязнения промышленными отходами. Органы санитарного надзора контролируют соблюдение санитарно-гигиенических норм и требований на действующих предприятиях. Санитарные инспекции тщательно изучают воздействие производственной среды на организм человека, добиваются устранения вредностей и принимают меры по оздоровлению условий труда.

Пожарная инспекция. Техника безопасности органически связана с противопожарной техникой. Пожары наносят огромный ущерб народному хозяйству и угрожают жизни и здоровью людей. Поэтому при организации работы по обеспечению безопасности труда необходимо всегда предусматривать также и пожарную безопасность.

Общее руководство пожарной охраной в СССР возложено на министерства охраны общественного порядка союзных республик и на управления или отделы пожарной охраны местных советов (УПО, ОПО). Они разрабатывают правила пожарной безопасности и ведут надзор за их выполнением при проектировании, строительстве и эксплуатации гражданских и промышленных зданий. Все указания и предписания органов пожарного надзора обязательны для всех предприятий независимо от их подчинения министерствам и ведомствам.

Инженерно-технический персонал и имеющиеся на крупных предприятиях ведомственные объектовые отряды пожарной охраны организуют и проводят мероприятия по пожарной профилактике на предприятиях.

Объектовые отряды пожарной охраны ведут круглосуточное наблюдение за противопожарным состоянием на охраняемом объекте и тушат пожары в случае их возникновения имеющимися силами и средствами, пожаротушения.

В целях усиления пожарной охраны и эффективного использования противопожарной техники на предприятиях и в учреждениях связи организуются добровольные пожарные дружины (ДПД), на важнейших объектах создаются постоянно действующие пожарно-технические комиссии. Участники дружин содействуют проведению пожарно-профилактической работы на предприятиях и участвуют в тушении пожаров в случае их возникновения.

Контроль за соблюдением установленного на предприятиях связи противопожарного режима и за состоянием противопожарной техники осуществляют органы министерства связи совместно с органами государственного пожарного надзора.

Органы юстиции. Высший надзор за точным соблюдением законности в Советском Союзе, в том числе за строгим исполнением законов по охране труда, возложен на Генерального прокурора СССР и прокуроров на местах. Органы прокуратуры добиваются

строгого выполнения законов об охране труда и установленных норм и правил технической и пожарной безопасности.

Вопросы дисциплинарной или административной ответственности должностных лиц, виновных в нарушении законодательства об охране труда, правил технической и пожарной безопасности, могут возбуждаться прокуратурой, технической, санитарной, пожарной и другими инспекциями. Уголовное преследование за эти нарушения возбуждается согласно уголовно-процессуальному законодательству союзных республик только прокуратурой, а виновность и мера наказания определяются только судебными органами. Материалы по нарушению законодательства об охране труда, представленные инспекциями, могут служить лишь основанием для возбуждения прокурором уголовного преследования лиц, виновных в этих нарушениях.

§ 3. Расследование, регистрация и учёт производственного травматизма

К производственному травматизму относятся несчастные случаи (ранения, ушибы, ожоги, поражения током и т. п.), происшедшие внезапно и связанные с работой на производстве.

Правильное расследование, регистрация и учёт производственного травматизма имеют большое практическое значение. По этим материалам разрабатываются мероприятия по устранению причин несчастных случаев и выявляются виновники каждого несчастного случая.

Согласно положению, утверждённому ВЦСПС, все несчастные случаи, происшедшие с рабочими и служащими на территории предприятия и вне территории предприятия, но при выполнении работы по заданию администрации, а также при доставке к месту или с места работы на транспорте предприятия, подлежат расследованию. Администрация проводит это расследование с участием общественного инспектора. Если несчастный случай вызвал потерю трудоспособности не менее одного дня, то составляется акт по форме Н-1, в котором указываются обстоятельства и причины несчастного случая, организационно-технические меры по их устранению и сроки выполнения этих мер. Акт составляется в трёх экземплярах, передаётся главному инженеру предприятия, который обязан в суточный срок утвердить акт и принять меры к устранению причин, вызвавших несчастный случай. Утверждённые акты направляются по одному экземпляру начальнику цеха и местному комитету профсоюза. По требованию пострадавшего администрация обязана выдать ему заверенную копию акта. Особый порядок установлен для расследования групповых несчастных случаев (с тремя и более работниками) или смертельных несчастных случаев. Такие случаи расследует технический инспектор совета профсоюзов с участием представителей администрации. В случае, если технический ин-

спектор не имеет возможности немедленно приехать, администрация назначает для расследования комиссию с участием представителя месткома. Результаты расследования докладываются местному комитету профсоюза; на основе решения месткома руководитель предприятия издаёт соответствующий приказ.

Материалы расследования группового несчастного случая или смертельного несчастного случая направляют в совет профсоюзов, в соответствующий ЦК профсоюза и органы прокуратуры. При авариях с человеческими жертвами и при массовых отравлениях руководитель предприятия обязан немедленно (по телефону или телеграфу) сообщить об этом в министерство, совет профсоюзов, ЦК профсоюза и ВЦСПС.

За каждое полугодие администрация составляет для вышестоящих хозяйственных и профсоюзных органов отчёт по форме 7-Т о производственном травматизме на предприятии. В отчёт включают все несчастные случаи, вызвавшие потерю трудоспособности свыше трёх рабочих дней. Частоту и тяжесть травматизма оценивают при помощи показателей, которые называются коэффициентами травматизма.

Коэффициент частоты травматизма за определённый календарный срок (отчётный период), отнесённый к 1000 работающих, определяется по формуле

$$K_{\text{ч}} = \frac{H}{P} 1000,$$

где H — количество несчастных случаев за рассматриваемый период,

P — среднесписочное количество работающих за этот же период.

Коэффициент тяжести травматизма за рассматриваемый период определяется по формуле

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{H},$$

где D — общее количество дней нетрудоспособности, потерянных всеми пострадавшими.

Несчастные случаи со смертельным исходом и приведшие к инвалидности учитываются особо и не входят в количество несчастных случаев H при определении коэффициента тяжести травматизма.

Коэффициенты частоты и тяжести травматизма позволяют сравнить уровни производственного травматизма на однородных предприятиях и установить его динамику за прошедшие периоды. Это даёт возможность использовать лучший опыт организации работы по технике безопасности.

Основные положения по электробезопасности

§ 4. Действие электрического тока на организм человека

Воздействие электрического тока на организм человека может вызывать поражения, исход которых зависит в основном от величины тока и продолжительности его действия.

Величина тока определяется приложенным к человеку напряжением и общим сопротивлением его тела. Это сопротивление складывается из сопротивления тканей внутренних органов и сопротивления кожи. Первое сравнительно невелико, равно примерно 1000 *ом* и изменяется незначительно в зависимости от температуры тела. Сопротивление кожи, главным образом верхнего её слоя (толщиной примерно от 0,05 до 0,2 *мм*), не имеющего кровеносных сосудов, очень велико и имеет большое защитное значение при попадании человека под напряжение. Но сопротивление кожи у каждого человека может меняться в широких пределах в зависимости от её состояния. При сухой, неповреждённой и незагрязнённой коже сопротивление тела человека может быть от сорока тысяч до несколько сотен тысяч *ом*. При повреждённой коже (царапины, ссадины) сопротивление тела человека резко снижается и приближается к постоянному значению, которое соответствует сопротивлению тканей внутренних органов человека, т. е. порядка 1000 *ом*. Значительно снижается сопротивление влажной (потной) и загрязнённой кожи.

Сопротивление кожи падает: при увеличении напряжения, что объясняется пробоем верхнего слоя кожи; при увеличении тока, так как при этом увеличиваются прогрев и потовыделение в местах контакта кожи с электродами; при увеличении поверхности соприкосновения с токоведущими частями и плотности контакта.

Таким образом, сопротивление кожи человека зависит от ряда факторов, не поддающихся предварительному учёту. Поэтому при

всех расчётах по технике безопасности сопротивление тела человека принимается равным 1000 ом.

В табл. 1 приведены данные о характере воздействия тока на организм человека в зависимости от величины тока.

Таблица 1

Ток, ма	Характер воздействия тока	
	переменного, частотой 50—60 гц	постоянного
До 0,5	Не ощущается	Не ощущается
0,6—1,5	Лёгкое дрожание пальцев рук	«
2—3	Сильное дрожание пальцев рук	«
5—10	Судороги в руках	Ощущение нагрева
12—15	Руки трудно оторвать от электродов, сильные боли, состояние терпимо 5—10 сек	Усиление нагрева
20—25	Руки парализуются немедленно, затрудняется дыхание, состояние терпимо не более 5 сек	Ещё большее усиление нагрева
50—80	Паралич дыхания, начало трепетания желудочков сердца	Судороги, затруднение дыхания
90—100	При длительности 3 сек и более паралич сердца	Паралич дыхания

Как видно из табл. 1, переменный ток промышленной частоты 50—60 гц сильнее поражает человека, чем постоянный ток такой же величины. Это явление связано со сложными биологическими процессами, происходящими в организме человека при прохождении через него переменного тока низкой частоты. При увеличении частоты, начиная примерно от 1000 гц, опасность поражения несколько уменьшается. Токи высокой частоты, начиная от сотен килогерц, вызывают только ожоги, но не поражают внутренние органы человека.

Необходимо отметить, что к электроустановкам постоянного и переменного токов при их устройстве и эксплуатации предъявляются одинаковые требования в отношении техники безопасности.

Решающее влияние на исход поражения имеет продолжительность воздействия тока на организм человека. С течением времени увеличивается прогрев кожи в местах контакта с электродами, вследствие чего уменьшается сопротивление и, следовательно, возрастает ток, проходящий через человека, что вызывает более тяжёлые последствия. Поэтому опасной для жизни считается величина тока, при которой человеку трудно самостоятельно оторваться от электродов (12—15 ма переменного тока). В этом случае следует немедленно освободить пострадавшего от напряжения. Малейшее промедление, измеряемое секундами, может привести к

смертельному исходу. Оказывающий помощь должен при этом предусмотреть и собственную безопасность. Способы освобождения от напряжения и оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока указаны в приложении.

Поражения человека, вызванные действием электрического тока, подразделяются на внутренние и наружные.

К внутренним поражениям относятся электрические удары, при которых поражаются лёгкие, сердце, нервная система и другие органы. Такие поражения являются наиболее опасными и при отсутствии немедленной и правильной помощи пострадавшему часто приводят к смертельному исходу.

К наружным электротравмам относятся электрические ожоги, электрометаллизация кожи и электрические знаки.

Электрические ожоги возникают при непосредственном действии тока на организм человека и в результате прикосновения к сильно нагретым током частям электрооборудования. Ожоги происходят часто в результате воздействия на тело электрической дуги, возникающей при отключении токоприёмников с большой индуктивной нагрузкой открытым рубильником.

Различают три степени ожога: первая характеризуется покраснением кожи, вторая — появлением пузырей и третья — обугливанием кожи и мышечных тканей. Исход поражения зависит от степени и величины поверхности ожога.

Электрометаллизация кожи происходит в результате проникновения в глубь кожи мельчайших частиц металла, расплавленного или испарившегося под действием тока.

Такое поражение протекает очень болезненно, исход его зависит от величины повреждённой поверхности, но в большинстве случаев оно проходит без тяжёлых осложнений.

Электрические знаки возникают обычно при непосредственном и плотном контакте с токоведущими частями и представляют собой поражение кожного покрова в виде округлых пятен серого или бело-жёлтого цвета. Такие поражения протекают безболезненно и оканчиваются в большинстве случаев благополучно. Токи высокой частоты электрических знаков не вызывают.

§ 5. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям

Двухполюсное прикосновение

Наиболее опасным случаем является прикосновение человека к двум различным фазам (рис. 2). Ток, проходящий через тело человека, равен

$$I_n = \frac{U}{R}, \text{ а,}$$

где U — линейное напряжение сети, в,
 R — сопротивление тела человека, ом.

Изоляция сети, полы, обувь, диэлектрические и другие защитные подставки не защищают человека при таком прикосновении. При влажной или загрязнённой коже такое прикосновение может привести к тяжёлому поражению даже при напряжении порядка 36 в и выше.

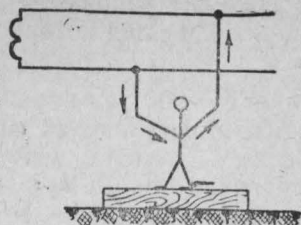


Рис. 2. Двухполюсное прикосновение

Однополюсное прикосновение

Однополюсные прикосновения могут произойти при самых разнообразных условиях. Более того, некоторые работники, несмотря на запрещение, допускают умышленное однополюсное прикосновение к токоведущим частям (проверку пальцами наличия напряжения

20008

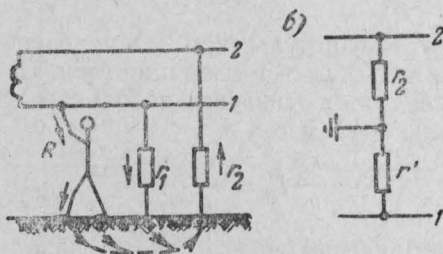


Рис. 3. Однополюсное прикосновение

и т. п.). Эти работники неправильно считают, что такое прикосновение является безопасным. В действительности, при однополюсном прикосновении (рис. 3а) через тело человека создаётся цепь тока, так как практически между любой фазой и землёй имеется некоторая проводимость через изоляцию сети. Как видно из схемы, прикоснувшись, например, к проводу 1, человек оказывается включённым параллельно сопротивлению изоляции r_1 этого провода и последовательно с сопротивлением изоляции r_2 провода 2. Заменив параллельные сопротивления тела человека R и изоляции r_1 эквивалентным сопротивлением $r' = \frac{Rr_1}{R+r_1}$ (рис. 3б), получим полный ток в последовательной цепи из выражения

$$I = \frac{U}{r' + r_2}.$$



Падение напряжения на эквивалентном сопротивлении r' , т. е. напряжение, под которым оказывается человек,

$$U_h = Ir'.$$

Ток, протекающий через тело человека,

$$I_h = \frac{U_h}{R} = \frac{Ir'}{R} = \frac{Ur'}{R(r' + r_2)}.$$

Подставив значение r' , получим

$$I_h = \frac{Ur_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}.$$

При равенстве сопротивлений изоляции проводов, т. е. если

$$r_1 = r_2 = r_{из},$$

получаем

$$I_h = \frac{U}{2R + r_{из}}.$$

Как видно из этой формулы, при однополюсном прикосновении человек находится под защитой изоляции сети. Практически сопротивление изоляции может оказаться небольшим, а при замыкании провода 2 на землю $r_2 = 0$ и ток

$$I_h = \frac{U}{R}.$$

В этом случае прикосновение к одной фазе может оказаться столь же опасным, как и двухполюсное прикосновение.

Большое значение для безопасности человека при однополюсном прикосновении имеет сопротивление пола и обуви. С учётом этих сопротивлений формула для тока, проходящего через тело человека, принимает вид

$$I_h = \frac{U}{2(R + r_{п} + r_{об}) + r_{из}},$$

где $r_{п}$ и $r_{об}$ — соответственно сопротивления пола и обуви.

Сопротивление сухих и чистых полов из изолирующих материалов очень велико ($r_{п} > 10 \text{ Мом}$). Загрязнённость и влажность полов резко снижает их сопротивление.

Прикосновение к сети трёхфазного тока с изолированной нейтралью

Степень опасности поражения человека в случае его прикосновения к токоведущим частям сети трёхфазного тока зависит не только от напряжения сети, но и от режима нейтрали (заземлена она или

изолирована от земли), величины сопротивления изоляции и ёмкости фаз относительно земли.

Рассмотрим случай однополюсного прикосновения к сети с изолированной от земли нейтралью. При напряжении до 1000 в влиянием ёмкости сети относительно земли можно пренебречь. В случае прикосновения к одной из фаз создаётся цепь тока через тело человека и изоляцию проводов двух других фаз. Сопротивления изоляции фаз и сопротивление тела человека можно рассматривать как включённую в звезду несимметричную нагрузку, в которой нулевой точкой является земля. На рис. 4 даны схемы вклю-

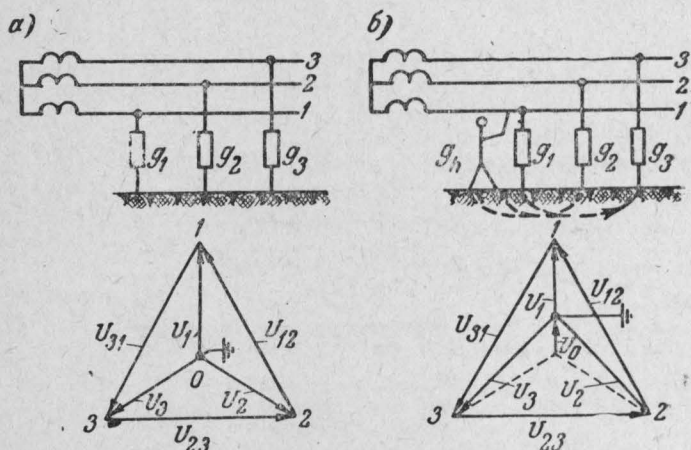


Рис. 4. Схема активных проводимостей изоляции трёхфазной сети и векторные диаграммы напряжений:
а) до прикосновения, б) после прикосновения

чения такой нагрузки и векторные диаграммы линейных и фазных напряжений до прикосновения и после прикосновения. Через g_1 , g_2 и g_3 обозначены проводимости фаз 1, 2 и 3, а через g_h — проводимость тела человека.

По закону Кирхгофа

$$\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_h = 0,$$

где I_1 , I_2 и I_3 — токи утечки через сопротивления изоляций фаз 1, 2 и 3;

I_h — ток, проходящий через тело человека.

Если человек касается токоведущих частей фазы 1, т. е. включается параллельно сопротивлению изоляции этой фазы, то

$$g'_1 = g_h + g_1,$$

$$\dot{I}'_1 = \dot{I}_h + \dot{I}_1,$$

где g'_1 — общая проводимость изоляции фазы 1 и тела человека;

I'_1 — суммарный ток утечки через фазу 1 и тело человека.

Отсюда

$$I'_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

Так как

$$I'_1 = U_1 g'_1,$$

$$I_2 = U_2 g_2,$$

$$I_3 = U_3 g_3,$$

то

$$U_1 g'_1 + U_2 g_2 + U_3 g_3 = 0,$$

где U_1, U_2, U_3 — напряжение фаз 1, 2, 3.

Из векторной диаграммы (рис. 4б) видно, что:

$$U_2 g_2 = (\dot{U}_1 - \dot{U}_{12}) g_2,$$

$$U_3 g_3 = (\dot{U}_1 + \dot{U}_{31}) g_3.$$

Отсюда

$$\dot{U}_1 (g'_1 + g_2 + g_3) = \dot{U}_{12} g_2 - \dot{U}_{31} g_3.$$

Так как

$$\dot{U}_{31} = -\dot{U}_{13},$$

получаем

$$\dot{U}_1 = \frac{\dot{U}_{12} g_2 + \dot{U}_{13} g_3}{g'_1 + g_2 + g_3}.$$

Векторы U_{12} и U_{13} численно равны $U_{\text{лин}}$, а угол между ними равен 60° .

Поэтому

$$\begin{aligned} U_1 &= \frac{\sqrt{(U_{\text{лин}} g_2)^2 + (U_{\text{лин}} g_3)^2 - 2 U_{\text{лин}}^2 g_2 g_3 \cos(\pi - 60^\circ)}}{g'_1 + g_2 + g_3} = \\ &= \frac{U_{\text{лин}} \sqrt{g_2^2 + g_3^2 + g_2 g_3}}{g'_1 + g_2 + g_3}. \end{aligned}$$

Подставив значение $g'_1 = g_h + g_1$ и учитывая, что ток, проходящий через тело человека, $I_h = U_{\phi} g_h$, получим

$$I_h = \frac{\sqrt{3} U_{\phi} g_h \sqrt{g_2^2 + g_3^2 + g_2 g_3}}{g_h + g_1 + g_2 + g_3}$$

или, заменив проводимости соответствующими сопротивлениями, получим

$$I_h = \frac{\sqrt{3} U_\phi r_1 \sqrt{r_2^2 + r_3^2 + r_2 r_3}}{R(r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3) + r_1 r_2 r_3}.$$

Как видно из этого выражения, если сопротивления изоляции всех фаз равны между собой ($r_1 = r_2 = r_3 = r_{из}$), то

$$I_h = \frac{3U_\phi}{3R + r_{из}},$$

т. е. в случае прикосновения к одному из проводов сети трёхфазного тока с изолированной нейтралью человек находится под защитой изоляции фаз относительно земли.

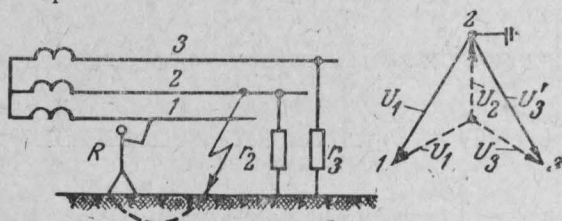


Рис. 5. Прикосновение к трёхфазной сети с изолированной нейтралью при наличии замыкания на землю

В случае прикосновения к одному из проводов при наличии замыкания на землю любой другой фазы (рис. 5), т. е. при $r_2 = 0$ или $r_3 = 0$

$$I_h = \frac{\sqrt{3} U_\phi}{R} = \frac{U_{лин}}{R},$$

следовательно, изоляция теряет своё защитное значение и человек оказывается под линейным напряжением. Это обстоятельство требует особого внимания к проверке состояния изоляции в таких сетях.

Прикосновение к сети трёхфазного тока с заземлённой нейтралью

В случае прикосновения к одной из фаз сети трёхфазного тока с заземлённой нейтралью (рис. 6а) человек подвергается воздействию тока

$$I_h = \frac{U_\phi}{R + r_0},$$

где r_0 — сопротивление заземления нейтрали.

Так как r_0 мало по сравнению с R , то им можно пренебречь и, следовательно,

$$I_h = \frac{U_\Phi}{R}.$$

Как видно из формулы, в этом случае изоляция не защищает человека. Поэтому эксплуатация сети трёхфазного тока с заземлённой

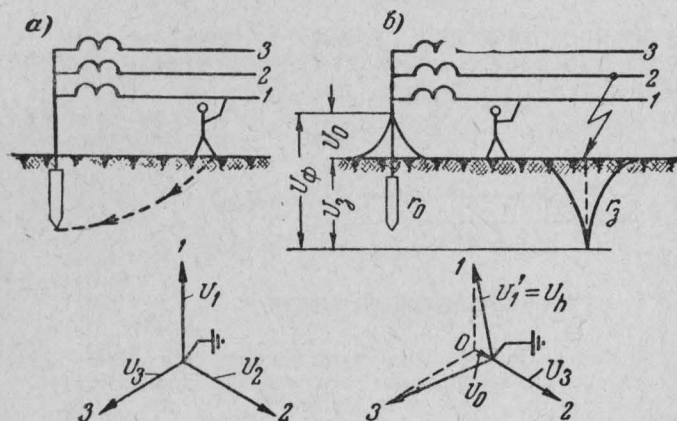


Рис. 6. Прикосновение к трёхфазной сети с заземлённой нейтралью:

а) в исправной сети, б) при наличии замыкания на землю

ной нейтралью при нормальных условиях (при отсутствии замыкания на землю) является более опасной, чем эксплуатация сети трёхфазного тока с изолированной нейтралью.

Рассмотрим случай прикосновения к одной из фаз сети с заземлённой нейтралью при одновременном замыкании, например, фазы 2 на землю (рис. 6б). Напряжение замкнувшейся на землю фазы 2 распределяется пропорционально сопротивлению растекания в месте замыкания r_z (включая переходное сопротивление) и сопротивлению рабочего заземлителя r_0 . Так как r_0 обычно мало по сравнению с r_z , то напряжение каждой неповреждённой фазы относительно земли, следовательно, и той, которой касается человек, остаётся на уровне, близком к уровню фазного напряжения (рис. 6б). В этом случае ток, проходящий через тело человека,

$$I_h \approx \frac{U_\Phi}{R}.$$

Выбор режима нейтрали

Из рассмотренных случаев прикосновения к сетям трёхфазного тока можно заключить, что при равенстве сопротивлений изоляций всех фаз ($r_1=r_2=r_3$) ток, проходящий через человека в сетях с изолированной нейтралью, всегда меньше, чем в сетях с заземлённой нейтралью.

В общем случае, когда $r_1 \neq r_2 \neq r_3$, напряжение, под которое попадает человек в сетях с изолированной нейтралью, зависит от отношения результирующего сопротивления тела человека и изоляции фазы, которой он касается, и сопротивления изоляции двух других фаз. Ток, протекающий через тело человека, в случае прикосновения к одной фазе в сети с изолированной нейтралью может оказаться больше, чем в сети с заземлённой нейтралью, где сопротивление изоляции совершенно не имеет защитного значения. В предельном случае, когда человек касается фазы при одновременном замыкании какой-либо другой фазы на землю, протекающий через него ток в сетях с изолированной нейтралью больше в $\sqrt{3}$ раз, чем в сетях с заземлённой нейтралью, если пренебречь переходным сопротивлением в точке замыкания на землю.

Пример. Определить для трёх случаев величину тока, который пройдёт через тело человека, прикоснувшегося к проводу (первому) сети трёхфазного тока. При этом $U_\phi=220$ в; $R=1000$ ом (без учёта сопротивлений пола и обуви).

1. При заземлённой нейтрали (рис. 6а)

$$I_h = \frac{U_\phi}{R} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ а (220 ма)}.$$

2. При изолированной нейтрали и равном сопротивлении изоляции всех трёх фаз $r_1=r_2=r_3=100\,000$ ом (рис. 4):

$$I_h = \frac{3U_\phi}{3R + r_{из}} = \frac{3 \cdot 220}{3000 + 100\,000} = 0,0064 \text{ а (6,4 ма)}.$$

3. При изолированной нейтрали и снижении качества изоляции одной из фаз:

$$r_1=r_2=100\,000, \quad r_3=500 \text{ ом (рис. 4),}$$

$$I_h = \frac{\sqrt{3} U_\phi r_1 \sqrt{r_2^2 + r_3^2 + r_2 r_3}}{R(r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3) + r_1 r_2 r_3} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 10^5 \sqrt{10^{10} + 25 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^7}}{10^3 (10^{10} + 5 \cdot 10^7 + 5 \cdot 10^7) + 5 \cdot 10^{12}} = 0,252 \text{ а (252 ма)}.$$

Как видно из примера, при изолированной нейтрали и исправной изоляции всех фаз ток будет наименьшим и безопасным. При нарушении изоляции одной из фаз и прикосновении человека к фазе с исправной изоляцией ток будет даже большим, чем при заземлённой нейтрали, и безусловно опасным для жизни человека.

Исходя из этих обстоятельств, решается вопрос о режиме нейтрали в сетях трёхфазного тока напряжением до 1000 в. На предприятиях, где осуществляются постоянный контроль и надзор за электрооборудованием, обеспечиваются высокий уровень сопротивления изоляции и немедленное устранение возможных замыканий на землю, целесообразно иметь сеть трёхфазного тока с изолированной нейтралью.

В тех случаях, когда возможны понижения сопротивлений изоляции отдельных фаз или частые замыкания на землю и отсутствует постоянный контроль за изоляцией, целесообразно иметь сеть с заземлённой нейтралью. В четырёхпроводных сетях нейтраль заземляется всегда, так как практически трудно обеспечить её надёжную изоляцию от земли.

Прикосновение к сети трёхфазного тока с изолированной нейтралью и большой ёмкостью

Поражение человека током может произойти при однополюсном прикосновении к сети с изолированной нейтралью при очень большом сопротивлении изоляции, но при значительной ёмкости фаз относительно земли. Величина ёмкости зависит, главным образом, от конструкции (кабельная или воздушная) и протяжённости сети. Если допустить, что равномерно распределённые по всей длине сети ёмкости фаз относительно земли сосредоточены в одном месте (рис. 7а) и равны между собой, а $r_{из} = \infty$, то ток, проходящий через тело человека, определится из выражения

$$I_h = \frac{3U_{\phi} \omega C}{\sqrt{9R^2 \omega^2 C^2 + 1}}, \text{ а,}$$

где U_{ϕ} — фазное напряжение, в;

ω — угловая частота переменного тока, равная $2\pi f$ (f — частота переменного тока, гц);

C — ёмкость фазы относительно земли, ф;

R — сопротивление тела человека, ом.

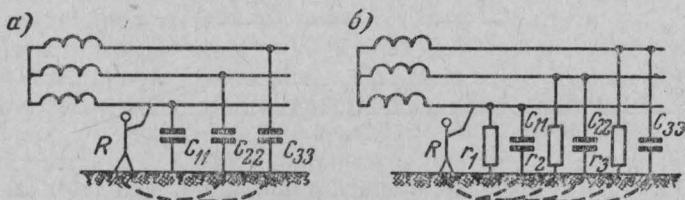


Рис. 7. Прикосновение к трёхфазной сети с большой ёмкостью: а) при бесконечно большом сопротивлении изоляции, б) общий случай

Если учесть также сопротивления изоляции проводов (рис. 7б), то при $r_1=r_2=r_3=r_{из}$ величина тока определится по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r_{из}(r_{из} + 6R)}{9(1 + r_{из}^2 \omega^2 C^2)R^2}}}$$

Пример. Определить величину тока, проходящего через тело человека, прикоснувшегося к одной из фаз (рис. 7), при следующих данных:

напряжение кабельной сети — $U_\phi = 220$ в; ёмкость провода относительно земли на 1 км длины — $C_0 = 0,2 \cdot 10^{-6}$ ф/км; протяжённость сети — $l = 10$ км; сопротивление тела человека — $R = 1000$ ом; сопротивление изоляции — $r_{из} = \infty$.

Величина тока составляет:

$$I_h = \frac{3U_\phi \omega C}{\sqrt{9R^2 \omega^2 C^2 + 1}} = \frac{3 \cdot 220 \cdot 314 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{9 \cdot 10^6 \cdot 314^2 (10 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6})^2 + 1}} = 0,193 \text{ а (193 ма)}.$$

Как видно из примера, этот ток может оказаться опасным для жизни. Поэтому сети с изолированной нейтралью, обладающие большой ёмкостью, менее эффективны в отношении безопасности, чем сети с заземлённой нейтралью.

Опасность остающегося заряда

В случае прикосновения к проводам отключенной линии, обладающей большой ёмкостью, что равносильно прикосновению к обкладкам заряжённого конденсатора, через человека, изолированного от земли (рис. 8а), потечёт ток, изменяющийся по закону показательной кривой (рис. 8б):

$$I_h = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{RC_{12}}},$$

где U_0 — напряжение между проводами в момент прикосновения, в;

t — время, отсчитываемое от момента прикосновения, сек;

C — ёмкость между проводами отключённой линии, ф;

R — сопротивление тела человека, ом.

Учитывая опасность поражения человека разрядным током, необходимо перед началом каких-либо работ на отключённых частях электрооборудования выделенный для работы участок предварительно разрядить на землю. Например, осматривать и ремонтировать

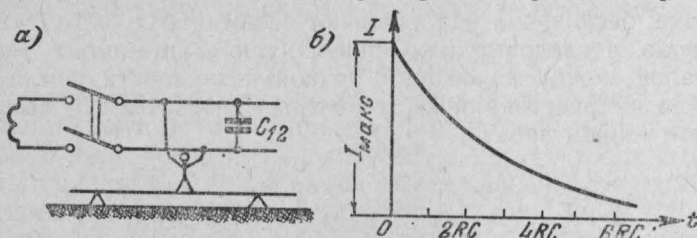


Рис. 8. Прикосновение к отключённой линии с остающимся зарядом

вать усилители радиоустройств разрешается только после разряда конденсаторов фильтра специальным разрядником с изолированной рукояткой независимо от наличия блокировки.

§ 6. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение

При замыкании частей электроустановок на землю вблизи точки замыкания появляется разность потенциалов между отдельными точками поверхности почвы. Если ток стекает в землю через металлический заземлитель полушаровой формы (рис. 9), то для постоянного тока и переменного тока промышленной частоты можно принять, что линии тока идут по радиусам от центра шара (заземлителя).

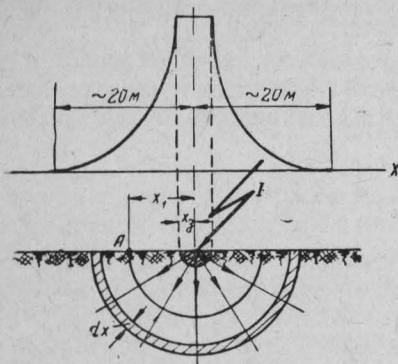


Рис. 9. Растекание тока в земле через полушаровой заземлитель

Величина плотности тока уменьшается по мере растекания его в земле и равна

$$\delta = \frac{I}{2\pi x^2},$$

где I — ток замыкания на землю;
 x — расстояние от центра заземлителя до рассматриваемой точки, т. е. радиус полусферы, по которой растекается ток.

Падение напряжения на единицу длины пути тока

$$E = \delta \rho,$$

где ρ — удельное сопротивление грунта.

Падение напряжения в элементарном шаровом слое толщиной dx равно

$$du = E dx = \delta \rho dx = \frac{I \rho}{2\pi x^2} dx.$$

В точке, бесконечно удалённой от заземлителя, плотность тока равна нулю, а следовательно, равен нулю и потенциал. Разность потенциалов между какой-либо точкой поверхности земли A , находящейся на расстоянии x_1 от центра заземлителя, и бесконечно удалённой точкой равна

$$\varphi_A = U_A = \int_{x_1}^{\infty} du = \frac{I \rho}{2\pi} \int_{x_1}^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{I \rho}{2\pi x_1}.$$

За исключением точек, лежащих в непосредственной близости от заземлителя, кривые распределения потенциалов для заземлите-

лей других форм (трубы, пластины и т. д.) и просто при падении провода на землю имеют одинаковый характер и по форме близки к гиперболе (рис. 9). Падение напряжения на первом метре от заземлителя составляет обычно около 70%. На расстоянии 20 м потенциал точек почвы настолько мал, что практически может быть принят равным нулю. Эти точки почвы, лежащие вне зоны растекания тока, называются «землёй» в электротехническом смысле слова.

Напряжение между какой-либо заземлённой частью электрической установки и точками земли, находящимися вне зоны растекания тока, называется напряжением относительно земли U_3 . Отношение этого напряжения к току I_3 , протекающему через заземлитель в землю, называется сопротивлением заземлителя, т. е.

$$r_3 = \frac{U_3}{I_3}.$$

Если в электроустановке произошёл пробой изоляции на корпус, присоединённый к заземлителю, то всё оборудование (рис. 10), име-

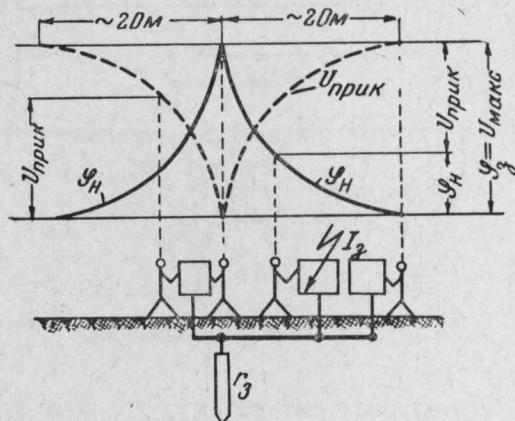


Рис. 10. Напряжение прикосновения

ющее металлическую связь с этим корпусом, приобретает потенциал относительно земли, равный потенциалу заземлителя,

$$\varphi_3 = I_3 r_3.$$

Если человек касается рукой металлической части, соединённой с заземлителем, то рука приобретает потенциал заземлителя φ_3 . Одновременно человек может касаться ногами точек почвы с другим потенциалом φ_H , величина которого зависит от расстояния между этими точками и заземлителем.

В результате между рукой и ногами человека возникает разность потенциалов. Эта разность потенциалов между двумя точками в цепи тока замыкания на землю, которых одновременно ка-

сается человек (рукой и ногами или двумя руками), называется напряжением прикосновения:

$$U_{\text{прик}} = \varphi_3 - \varphi_n.$$

Если человек, касаясь оборудования, стоит непосредственно над заземлителем (рис. 10, второй слева), то $\varphi_3 = \varphi_n$ и напряжение прикосновения $U_{\text{прик}} = 0$.

По мере удаления от заземлителя напряжение прикосновения увеличивается (рис. 10, пунктирные кривые) и достигает максимального значения для случая, когда человек, касаясь установки, находится вне зоны растекания тока (рис. 10, первый справа), т. е. на расстоянии более 20 м от заземлителя. В этом случае:

$$\varphi_n = 0 \text{ и } U_{\text{прик}} = \varphi_3 = I_3 r_3.$$

Человек, идущий по поверхности земли в зоне растекания тока, оказывается под напряжением, не касаясь каких-либо частей элек-

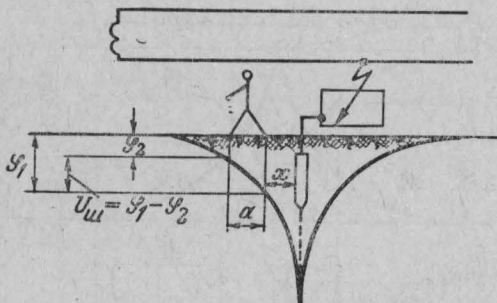


Рис. 11. Шаговое напряжение

троустановок. Это происходит потому, что удалённые на разные расстояния от заземлителя точки почвы, которых одновременно касаются ноги человека, имеют разные потенциалы (рис. 11):

$$\varphi_1 = \frac{I \rho}{2\pi x} \text{ и } \varphi_2 = \frac{I \rho}{2\pi (x + a)},$$

где x — расстояние от заземлителя до одной ноги,
 a — шаг человека.

Разность потенциалов, под которой оказываются ноги человека, называется **шаговым напряжением**

$$U_{\text{ш}} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{I \rho a}{2\pi x (x + a)}.$$

Как видно из формулы, шаговое напряжение уменьшается по мере удаления от заземлителя (места замыкания на землю) и на

расстоянии более 20 м практически равно нулю. При расчёте или измерении шаговых напряжений величина шага принимается равной 0,8 м.

Пример. Определить шаговое напряжение, под которым оказался человек, приблизившись к месту замыкания на землю на расстоянии $x=2$ м. Ток замыкания на землю $I_{\text{зам}}=75$ а, величина шага $a=80$ см, удельное сопротивление грунта (суглинок) $\rho=8000$ ом·см.

В этом случае шаговое напряжение

$$U_{\text{ш}} = \frac{I \rho a}{2\pi x(x+a)} = \frac{75 \cdot 8000 \cdot 80}{6,28 \cdot 200 \cdot 280} = 136 \text{ в.}$$

В случае попадания человека под шаговое напряжение ток проходит по пути нога — нога. При напряжении порядка 100 в и выше наступают судороги ног, человек может упасть на землю, что приводит к увеличению разности потенциалов и более опасному пути прохождения тока руки — ноги. Поэтому не допускается приближение людей к упавшему на землю проводу в радиусе 6—7 м от места замыкания на землю. В качестве защитных средств от шаговых напряжений применяются диэлектрические боты и галоши.



Организационно-технические меры по электробезопасности

§ 7. Организационные меры

Общие положения

Устройство электротехнических установок проводится в соответствии с действующими «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ); эксплуатация электроустановок ведётся в строгом соответствии с «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий». Эти правила обязательны для всех предприятий независимо от ведомственной подчинённости. В соответствии с этими правилами разработаны также действующие правила и инструкции по технике безопасности на предприятиях связи, которыми следует руководствоваться при эксплуатации электроустановок.

Классификация электроустановок и производственных помещений

В отношении мер безопасности электротехнические установки подразделяются на установки с номинальным напряжением до 1000 в включительно и выше 1000 в. За безопасное напряжение принято считать напряжение 36 в, а в условиях особой опасности — 12 в.

Степень опасности обслуживания электроустановок в значительной мере зависит от условий среды в производственных помещениях. Влага, пыль, едкие пары и газы, высокая температура разрушают изоляцию электроустановок и одновременно уменьшают сопротивление тела человека. Поэтому все производственные помещения по степени опасности поражения людей электрическим током подразделяются на три категории:

помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием одного из следующих признаков опасности:

- высокой относительной влажности (свыше 75%) или токопроводящей пыли;
- токопроводящих полов (металлических, железобетонных, земляных и т. д.);
- высокой температуры ($t > 30^{\circ}\text{C}$);
- возможности одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования и к заземленным металлическим предметам (металлоконструкциям здания, станкам, механизмам и т. п.);

особо опасные помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой) или длительно содержится химически активная среда, постепенно разрушающая изоляцию токоведущих частей, или имеется одновременное наличие двух и более признаков, характерных для помещений с повышенной опасностью;

помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную опасность и особую опасность.

Категории работ и порядок их выполнения

Все работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок напряжением до и выше 1000 в в отношении мер безопасности подразделяются на три категории. В табл. 2 приведены условия, определяющие эти категории работ.

Все работы по обслуживанию электротехнических установок напряжением до 1000 в могут выполняться:

- а) в порядке текущей эксплуатации с записью в эксплуатационном журнале;
- б) по устному и телефонному распоряжению вышестоящего лица с записью в эксплуатационном журнале;
- в) по письменному распоряжению с оформлением в специальном журнале производства работ.

Например, работы на силовых сборках, осветительных щитах, панелях управления и т. п. могут выполняться по устному или телефонному распоряжению с последующей записью в эксплуатационном журнале. Работы по ремонту, монтажу, наладке и испытанию аппаратуры и приборов электрических машин, трансформаторов, выпрямителей, воздушных и кабельных линий, а также другие работы с повышенной опасностью выполняются по письменному распоряжению с оформлением в журнале производства работ и не менее чем двумя лицами.

Работы без снятия напряжения, выполняемые в условиях, исключающих возможность случайного прикосновения к неотключенным токоведущим частям (уборка помещения, надписи на панелях и т. п.), могут производиться дежурным персоналом единолично, а работы на неотключенных токоведущих частях и в не-

Таблица 2

Категория работ	Условия, определяющие категорию работы в установках с напряжением	
	до 1000 в	свыше 1000 в
Работы при полном снятии напряжения с установки	Напряжение снято со всех частей установки. Исключена возможность случайного прикосновения к токоведущим частям других установок, находящихся под напряжением	Напряжение снято со всех частей установки, в том числе с линейных и кабельных вводов. Из помещения нет свободного (незапертого) входа в соседнее помещение, где находятся устройства под напряжением выше 1000 в. Исключена возможность случайного прикосновения к токоведущим частям других установок, находящихся под напряжением до 1000 в, получающих питание из соседних помещений
Работы при частичном снятии напряжения с установки	Напряжение снято только с тех частей установки, на которых производятся работы. Напряжение снято полностью, но не отключены токоведущие части другого оборудования, доступные для случайного прикосновения	Напряжение снято только с тех частей установки, на которых производятся работы или не соблюдены другие условия, предусмотренные для категории работ при полном снятии напряжения
Работы без снятия напряжения с установки	Работы, по своему характеру не требующие снятия напряжения и исключающие возможность случайного прикосновения к токоведущим частям. Работы на неотключённых токоведущих частях или в непосредственной близости от них	Работы вдали от токоведущих частей, исключающие возможность случайного прикосновения к ним (например, уборка помещения до ограждения). Работы на неотключённых токоведущих частях или вблизи них (в камерах и на кожухах оборудования или аппаратуры под напряжением)

посредственной близости от них (измерение нагрузки токоизмерительными клещами, регулировка аппаратуры дистанционного управления и т. п.) — не менее чем двумя лицами (в условиях нормальной эксплуатации).

Перечень работ, которые могут выполняться под напряжением, перечислен в Правилах. Однако руководство предприятия может дополнить этот перечень по согласованию с технической инспекцией совета профсоюзов. Работы, не предусмотренные Правилами, при невозможности снятия напряжения могут выполняться при напряжении до 500 в и ниже, при этом необходимо пользоваться установленными защитными средствами.

Работы в электроустановках напряжением выше 1000 в выполняет ремонтный персонал, как правило, по нарядам, которые пред-

ставляют собой письменное распоряжение на производство работ. В нарядах указываются условия работы, необходимые меры безопасности и лица, ответственные за безопасность работающих. Без наряда, по устному или телефонному распоряжению могут выполняться лишь небольшие по объёму и кратковременные работы, предусмотренные Правилами и выполняемые дежурным персоналом или закреплённым за данной установкой оперативно-ремонтным персоналом.

В аварийных случаях при нарушении связи или задержке прибытия ответственного лица для оформления и руководства работами по ликвидации аварии восстановительные работы разрешаются производить не менее чем двум лицам, обслуживающим данную электроустановку. При этом должны соблюдаться технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ. Ремонтные бригады могут производить восстановительные работы без наряда, но по разрешению вышестоящего оперативного персонала и под наблюдением работника, обслуживающего данную электроустановку.

§ 8. Технические меры безопасности при ведении работ на электроустановках

При работах с полным или частичным снятием напряжения с установки необходимо предварительно выполнить следующие мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих:

- снять напряжение и принять меры, препятствующие случайному включению;
- вывесить плакаты и оградить место работы;
- проверить отсутствие напряжения в том месте, где ведутся работы, и наложить заземление.

В установках напряжением до 1000 в токоведущие части должны быть отключены со всех сторон, откуда может быть подано напряжение к месту работы. Соседние токоведущие части, доступные случайному прикосновению, должны быть также отключены или надёжно ограждены изолирующими щитками, ширмами и т. п. При дистанционном управлении отключающими аппаратами их оперативные цепи должны быть отключены снятием предохранителей.

Для устранения возможности обратной трансформации все трансформаторы, связанные с электрооборудованием, на котором производятся работы, следует отключить как со стороны высшего, так и со стороны низшего напряжения.

После снятия напряжения на всех рукоятках рубильников и приводов выключателей вывешивают плакаты с текстом: «Не включать — работают люди!» Если работы производятся на воздушных и кабельных линиях связи, то количество вывешиваемых плакатов равно числу работающих бригад.

До начала работ проверяется отсутствие напряжения на отключённых частях независимо от показаний стационарных приборов, имеющихся в установке. Применяемые для этого переносные указатели напряжения (вольтметры, индикаторы) предварительно проверяются на установках, заведомо находящихся под напряжением.

Контрольные лампы, применяемые для проверки отсутствия напряжения, могут быть использованы при линейном напряжении до 220 в включительно.

После проверки отсутствия напряжения на отключённые токоведущие части со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, накладываются временные переносные заземления. Благодаря этому снимаются остающиеся заряды и обеспечивается защита работающих от случайного появления напряжения. Переносные заземления присоединяют сначала к «земле» (заземляющей шине), а затем, пользуясь диэлектрическими перчатками или специальными штангами, надёжно закрепляют на отключённых токоведущих частях. Заземление снимают в обратном порядке. Переносные заземления необходимо тщательно проверять перед использованием. При наличии на рабочем участке наведённого напряжения необходимо установить дополнительное заземление.

Если переносное заземление наложить невозможно, то на распределительных щитах и в силовых шкафах разрешается работать с применением средств защиты — диэлектрических перчаток, изолирующих подставок. Кроме того, принимают дополнительные меры, препятствующие случайному включению (снятие предохранителей, прокладка изолирующих материалов между контактами и т. п.).

При работе на неотключённых токоведущих частях напряжением до 500 в и в непосредственной близости от них необходимо оградить соседние токоведущие части и заземлённые конструкции изолирующим материалом (резиновыми ковриками, электрокартоном и т. п.). Во время работы следует пользоваться монтерским инструментом с изолирующими ручками или диэлектрическими перчатками и стоять на изолирующем основании. Не разрешается применять ножовки, напильники и т. д. При работе нельзя касаться заземлённых предметов (труб, балок и т. п.), а также лиц, стоящих на неизолированном полу.

Более жёсткие требования в отношении мер безопасности должны соблюдаться при ведении работ на электроустановках напряжением выше 1000 в.

Например, на месте производства работ с полным или частичным снятием напряжения токоведущие части следует отключать со всех сторон, при этом с каждой стороны должен быть видимый разрыв. Кроме того, необходимо отключить токоведущие части, к которым во время работы можно случайно прикоснуться или приблизиться на расстояние менее 0,7 м (при напряжении до 15 кв) или менее 1 м (при напряжении выше 15 кв). Если отклю-

чить соседние токоведущие части невозможно, то их следует надёжно оградить, при этом расстояние между ограждением и токоведущими частями должно быть не менее 0,35 м (при напряжении до 15 кВ) и 0,6 м (при напряжении выше 15 кВ).

Приводы разъединителей с ручным управлением запираются механически в отключённом положении (замком, штифтом и т. п.), что устраняет возможность ошибочного или случайного включения.

§ 9. Контроль за состоянием изоляции электроустановок

Высокое сопротивление изоляции проводов от земли и корпусов электрооборудования обеспечивает безопасность обслуживания электроустановок и предупреждает возможность возникновения пожаров от электрического тока. Качество изоляции характеризуется её сопротивлением току утечки. В силовых и осветительных электропроводках, в распределительных устройствах напряжением до 1000 В сопротивление изоляции согласно ПУЭ должно быть не менее 0,5 Мом.

Всё вновь вводимое в эксплуатацию электрооборудование подвергается приёмо-сдаточным испытаниям с проверкой сопротивления изоляции. Но с течением времени изоляция проводов, кабелей и их креплений к арматуре под воздействием влаги, пыли, едких паров и газов стареет, разрушается и может прийти в негодность. Возможны также механические повреждения изоляции и замыкания на землю. Для систематического контроля за состоянием изоляции в электроустановках (сетях) предусматриваются устройства, которые позволяют своевременно обнаружить (при помощи сигнализации) замыкание на землю или снижение сопротивления изоляции ниже установленной величины.

На рис. 12 а дана схема измерения сопротивления изоляции мегомметром. На проверяемом участке между двумя смежными

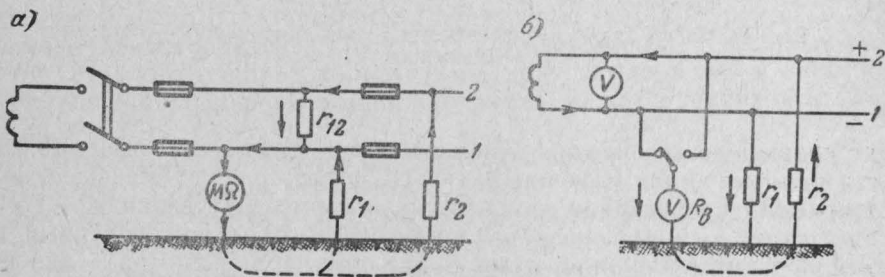


Рис. 12. Измерение сопротивления изоляции:

а) мегомметром, б) вольтметром в действующей установке постоянного тока

предохранителями все потребители тока должны быть выключены, а выключатели, штепсельные розетки и групповые щитки — присоединены. Измерить сопротивление изоляции в действующей установке постоянного тока можно также при помощи вольтметра, включаемого по схеме (рис. 12 б). В этом случае сопротивление изоляции проводов 1 и 2:

$$r_1 = R_B \frac{U - U_1 - U_2}{U_2},$$

$$r_2 = R_B \frac{U - U_1 - U_2}{U_1},$$

где R_B — сопротивление вольтметра, ом ;

U — рабочее напряжение сети, в ;

U_1 и U_2 — напряжения проводов 1 и 2 относительно земли, в .

Систематический контроль изоляции можно осуществить при помощи вольтметров, включённых по схеме, представленной на рис. 13 а. Если сопротивление изоляции одной из фаз уменьшится

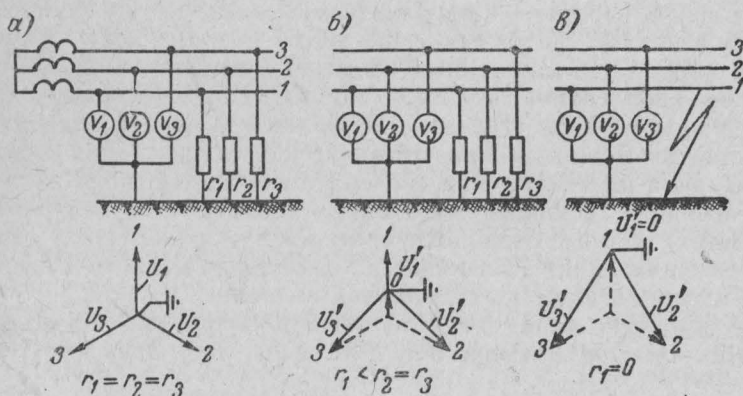


Рис. 13. Схема включения вольтметров для постоянного контроля изоляции

по сравнению с сопротивлением изоляции других фаз (рис. 13 б), то вольтметр, подключённый к этой фазе, покажет меньшее напряжение, а показания двух других вольтметров увеличатся. При замыкании одной из фаз на землю (рис. 13 в) подключённый к ней вольтметр покажет нуль, а два других вольтметра — линейное напряжение. Такой контроль позволяет заметить снижение сопротивления изоляции и быстро обнаружить замыкание на землю.

§ 10. Требования безопасности к электротехнической арматуре, аппаратуре управления и коммутации

Ламповые патроны и штепсельные соединения

Наиболее безопасными и пригодными для широкого применения являются патроны и штепсельные соединения с пластмассовыми корпусами, а для сырых помещений — с фарфоровыми корпусами.

Важное значение для безопасности имеет способ присоединения патронов. В четырёхпроводных сетях с заземлённой нейтралью возможны четыре различных способа присоединения (рис. 14). Наиболее безопасно присоединение винтовой нарезки

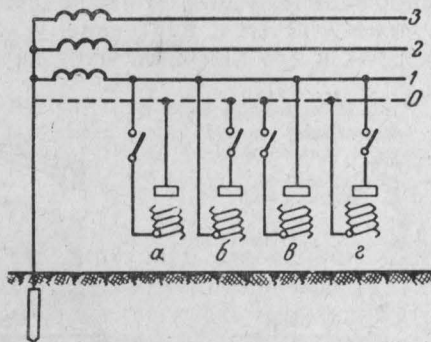


Рис. 14. Схема включения ламповых патронов в четырёхпроводной сети

к нулевому проводу, а второго контакта — через выключатель к фазе (рис. 14 г). В этом случае прикосновение к винтовой нарезке (гильзе) равносильно прикосновению к нулевому проводу.

В штепсельных соединениях близость контактов разной полярности создаёт опасность прикосновения к ним при ремонте или смене предохранителей. Поэтому применение штепсельных розеток, снабжённых предохранителями, допускается лишь в электропомещениях без повышенной опасности и для напряжения не выше 220 в.

Штепсельные соединения, предназначенные для включения переносного электроинструмента, должны иметь специальный контакт для заземления корпуса инструмента. Конструкция такого штепсельного соединения позволяет избежать включения заземляющего контакта в гнезда рабочих контактов. Кроме того, при включении заземляющий контакт замыкается раньше токоведущих контактов, а при выключении — наоборот.

Предохранители

В электротехнических установках применяются предохранители различных конструкций (пробочные, пластинчатые и трубчатые). Плавкие вставки всех типов предохранителей подбираются в зависимости от токов нагрузки. Предохранители снабжаются надписями с указанием номинального тока.

Для безопасности персонала при смене плавких вставок предохранители монтируют после выключателей, считая по ходу подачи электроэнергии, чтобы при выключенном рубильнике предохранители не находились под напряжением.

Для защиты осветительных и других установок малой мощности напряжением до 220 в применяются, главным образом, пробочные предохранители. Они должны присоединяться к сети таким образом, чтобы при вынутых пробках винтовые гильзы не находились под напряжением. Для этого подводящий провод от источника тока присоединяется к внутреннему контакту патрона, а отводящий провод — к его винтовой нарезке (рис. 15). Такое

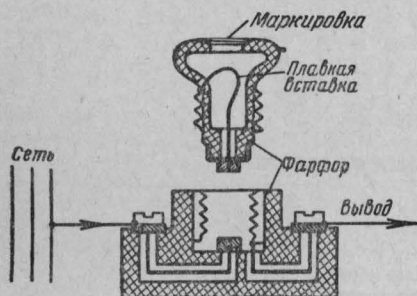


Рис. 15. Схема присоединения пробочного предохранителя

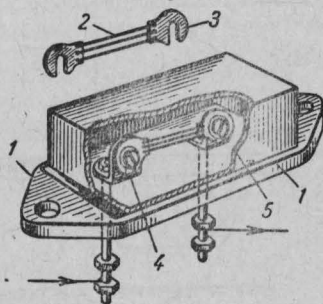


Рис. 16. Пластинчатый предохранитель

присоединение устраняет возможность прикосновения к токоведущим частям при вывёртывании пробки.

Пластинчатые предохранители, применяющиеся также в сетях с напряжением до 220 в (рис. 16), монтируются на изоляционной плите 1. Плавкая вставка 2 впаяна в латунные наконечники 3, которые закрепляются винтами 4. При перегорании плавкой вставки образуются пары и брызги расплавленного металла, что может привести к ожогам обслуживающего персонала. Поэтому пластинчатые предохранители закрываются крышкой 5 из пресованного картона, покрытого огнестойким лаком.

В электроустановках и радиоустройствах широко применяются трубчатые предохранители (рис. 17 а), в которых плавкие вставки

помещаются внутри патрона из фарфора или фибры. Для смены плавкой вставки патрон вынимают из пружинящих контактов,

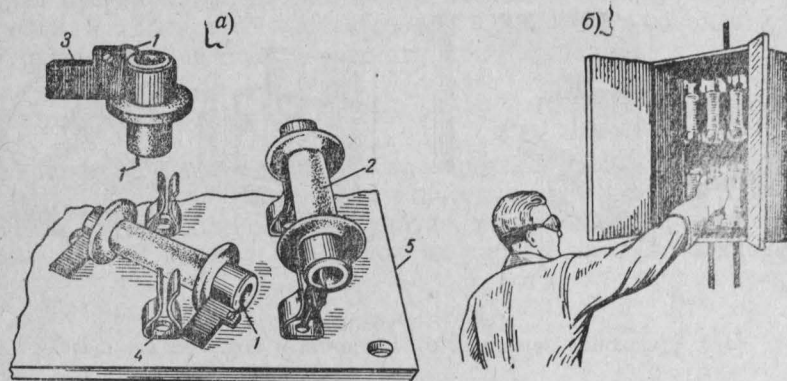


Рис. 17. Трубчатый предохранитель:

1 — плавкая вставка, 2 — фарфоровая трубка (патрон), 3 — хомутик с контактным ножом, 4 — контактные пружины, 5 — изоляционная плита

смонтированных на изолирующем основании. Смена трубчатых предохранителей под напряжением допускается только в исключительных случаях. При этом нагрузка должна быть снята. Работник, заменяющий предохранитель, должен пользоваться очками, галошами и перчатками, а при напряжении более 500 в, кроме этого, изолирующими клещами.

Во избежание случайных прикосновений к частям предохранителей и ожогов обслуживающего персонала парами металла, выбрасываемыми из трубок при перегорании плавких вставок, трубчатые предохранители размещают в специальных запирающихся шкафах (рис. 17 б).

Рубильники, контакторы, пускатели

Исключительно важное значение для безопасности обслуживания электроустановок имеет правильный монтаж пусковой аппаратуры — рубильников, контакторов, магнитных пускателей.

Наибольшую опасность представляют открытые рубильники. Возникающая при их отключении дуга может явиться причиной ожога. Поэтому ножи рубильников следует монтировать за щитом, а управление производить с лицевой его стороны при помощи рычажных приводов (рис. 18 а).

Рубильники, устанавливаемые на лицевой стороне щитов, необходимо закрывать кожухами без щелей (рис. 18 б).

Токоподводящие провода должны присоединяться к верхним зажимам, чтобы в отключённом положении ножи рубильника не находились под напряжением.

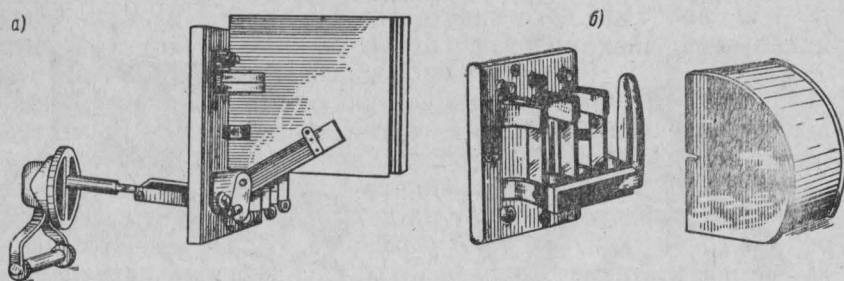


Рис. 18. Рубильники:
а) с рычажным приводом, б) с защитным кожухом без щелей

Наибольшая безопасность достигается, когда в качестве пусковой аппаратуры применяют контакторы и магнитные пускатели, позволяющие осуществлять дистанционное включение и отключение.

Контактор (рис. 19) включает установку при замыкании вспомогательным рубильником 1 цепи катушки 2; при этом сер-

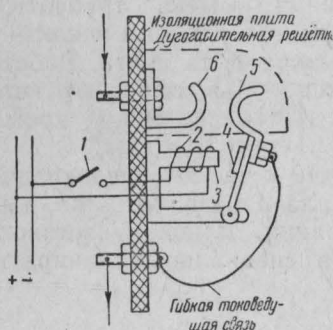


Рис. 19. Схема контактора

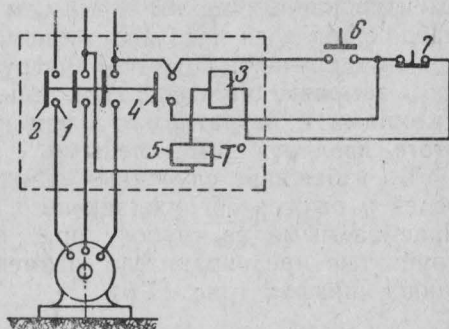


Рис. 20. Схема магнитного пускателя:
1 — неподвижные контакты, 2 — подвижные контакты, 3 — катушка электромагнита, 4 — блокировочные контакты, 5 — тепловое реле, 6 — включающая кнопка, 7 — отключающая кнопка

дечник 3 притягивает якорь 4, замыкая одновременно контакты 5, 6 контактора. При выключении вспомогательного рубильника катушка обесточивается и контакты размыкаются под действием собственного веса или специальных пружин.

Магнитный пускатель (рис. 20) состоит из контактора и пусковых кнопок, которые могут монтироваться на значительном рас-

стоянии от контактора. Нажатием включающей кнопки 6 замыкается цепь катушки электромагнита, который включает контактор. Дополнительный (блокировочный) нож 4 контактора шунтирует пусковую кнопку, которая отпускается после включения установки. Установка выключается при нажатии отключающей кнопки 7, разрывающей цепь удерживающей катушки.

Автоматические выключатели

В качестве выключателей в электроустановках находят широкое применение воздушные автоматические выключатели (автоматы). Эскиз однополюсного автомата максимального тока дан на рис. 21 а. В нормальных условиях работы автомат поддерживает-

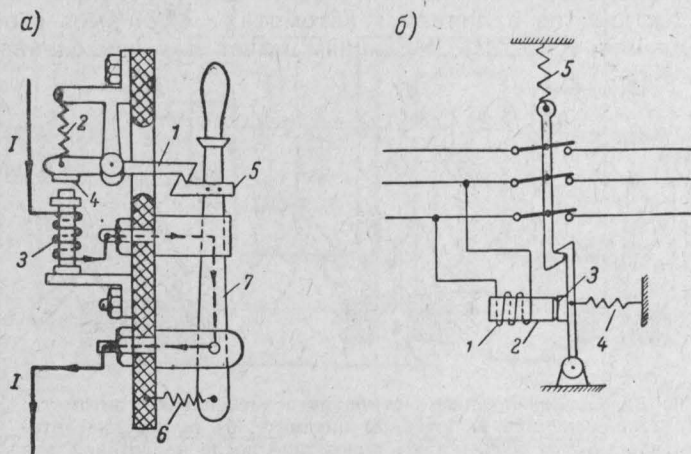


Рис. 21. Автоматические выключатели:
а) эскиз максимального автомата, б) схема устройства минимального автомата

ся во включённом положении защёлкой 1, оттягиваемой пружиной 2. При увеличении тока сверх установленной величины электромагнит 3 притягивает якорь 4 и защёлка отпускает рычаг 5, после чего пружина 6 отключает контактный нож 7. Максимальные автоматы одновременно служат для защиты электротехнических установок от токов короткого замыкания и перегрузок, заменяя таким образом плавкие предохранители.

Минимальные автоматы служат для отключения электроустановок при понижении напряжения до некоторой установленной величины или при исчезновении напряжения (нулевые автоматы). На рис. 21 б дана схема такого автомата. Когда в цепи катушки 1 проходит ток меньше установленной величины, сердечник электромагнита 2 не в состоянии удерживать якорь-защёлку 3, кото-

рый оттягивается пружиной 4. Благодаря этому автомат отключается под действием пружины 5.

Применение таких автоматов имеет большое значение для безопасности обслуживающего персонала, так как при пропадании тока в сети рубильники остановившихся электроустановок могут оставаться включёнными, а обслуживающий персонал в это время может касаться токоведущих частей или вращающихся в работе деталей. При внезапном и неожиданном появлении электроэнергии в таких условиях возможны несчастные случаи.

В момент срабатывания автомата его рукоятка управления отбрасывается под действием пружины в положение «выключено» и может причинить сильные ушибы человеку, находящемуся перед автоматом, или человеку, включающему его в условиях, вызывающих срабатывание автомата. Безопасность персонала в этих случаях достигается наличием в автоматах механизмов свободного расцепления (рис. 22). Механизм имеет два сочленённых рыча-

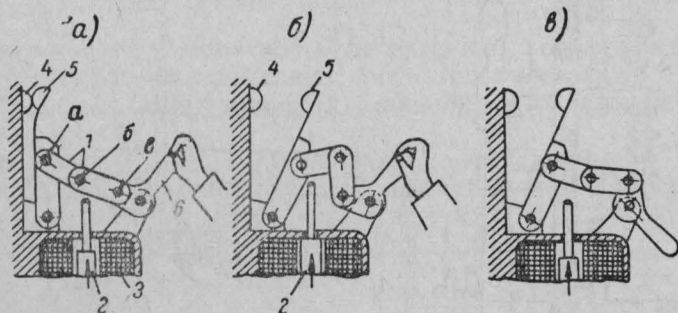


Рис. 22. Схема механизма свободного расцепления автомата: а) положение при включённом автомате, б) положение автоматического отключения, в) положение после подготовки для включения

чага 1. Во включённом положении (рис. 22 а) центр б лежит несколько ниже прямой ав, поэтому система является жёсткой. При автоматическом отключении сердечник 2 отключающей катушки 3 поворачивает рычаги (рис. 22 б), при этом расходятся контакты 4 и 5, а рукоятка б остаётся на месте, т. е. неподвижной. Чтобы снова включить автомат, необходимо предварительно повернуть рукоятку (рис. 22 в), при этом рычаги растягиваются и центр б снова оказывается ниже прямой ав.

§ 11. Блокировка, сигнализация и маркировка

Блокировка

Весьма эффективными средствами защиты от поражения электрическим током являются блокировочные устройства, которые препятствуют доступу людей к токоведущим частям, находящим-

ся под напряжением. Широкое применение в электроустановках и радиоустройствах получили электрическая и механическая блокировки. Так, например, все радиопередатчики должны иметь две блокировки — электрическую и механическую. Обе системы блокировки независимо друг от друга обеспечивают снятие высокого напряжения при открывании дверей шкафов или помещений, где находится аппаратура. Таким образом, доступ к аппаратуре возможен только при снятом напряжении. При электрической блокировке все двери шкафов или ограждений, за которыми находятся электроустановки, имеют блокировочные контакты. Открывание таких дверей сопровождается автоматическим отключением электрического устройства от источника тока. На рис. 23

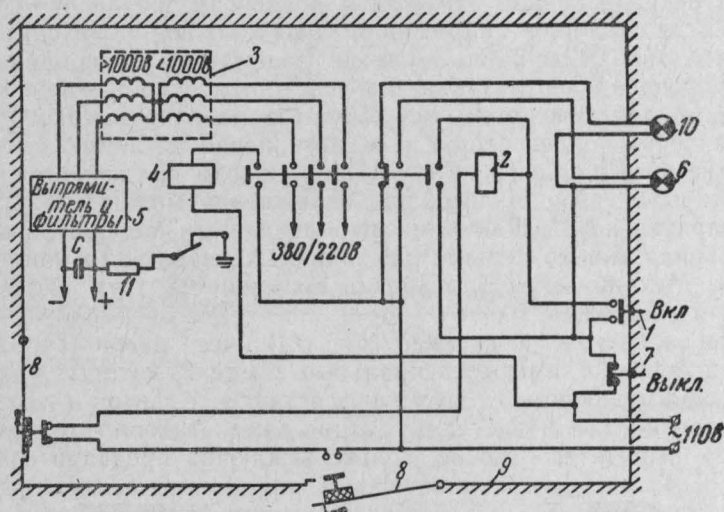


Рис. 23. Схема электрической блокировки в радиопередаточных устройствах

дана схема электрической блокировки и сигнализации, применяемая в радиопередаточных устройствах. Система управления и блокировки имеет независимое электропитание от сети 110 в. Включение высокого напряжения осуществляется нажатием пусковой кнопки 1, включающей цепь обмотки контактора 2, замыкающего, в свою очередь, питающую сеть первичной обмотки трансформатора высокого напряжения 3 (в мощных установках этот контактор включает масляный выключатель и, следовательно, является промежуточным звеном в схеме включения передатчика). Одновременно с включением трансформатора контактор включает реле 4, снимающее заземление с конденсаторов фильтра 5, и цепь лампы 6, свечение которой указывает на работу передатчика, т. е. на наличие высокого напряжения за ограждением. При отпуске кнопки 1 обмотка реле 2 остаётся включённой через блоки-

ровочный нож контактора (на рисунке крайний справа), благодаря чему контактор удерживается во включённом положении. При нажатии кнопки 7 или открывании любой двери 8 ограждения 9 цепь обмотки реле 2 размыкается и контактор оттягивается пружиной, выключая тем самым первичную обмотку трансформатора. Одновременно с этим загорается лампочка безопасности 10, указывающая на отсутствие высокого напряжения, а лампочка 6 гаснет.

При выключении контактора размыкается также цепь реле 4, в результате чего обмотка реле обесточивается и происходит замыкание конденсаторов фильтров через сопротивление 11 на землю. Конструкция блокировочных устройств должна быть такова, чтобы не происходило замыкания конденсаторов на землю раньше снятия высокого напряжения. Оно должно происходить с некоторым запаздыванием, а снятие заземления с конденсаторов при включении передатчика — с некоторым опережением. Это необходимо для того, чтобы не допустить разряда высокого напряжения через конденсаторы и сопротивление на землю.

Действие механической блокировки заключается в том, что открыть двери шкафов или ограждений можно только при предварительном выключении рубильника и, наоборот, включить рубильники можно только при закрытых дверях или надетых кожухах. Механическая блокировка применяется двух систем: жезловая и рычажная.

При жезловой системе (рис. 24) все двери ограждений (или шкафов) 1 имеют специальные замки 2, которые открываются одним ключом 3. Этот ключ вставлен в замок 4 на щите управления (рис. 24 а). Конструкция замка такова, что повернуть ключ и вынуть его можно, только выключив предварительно ру-

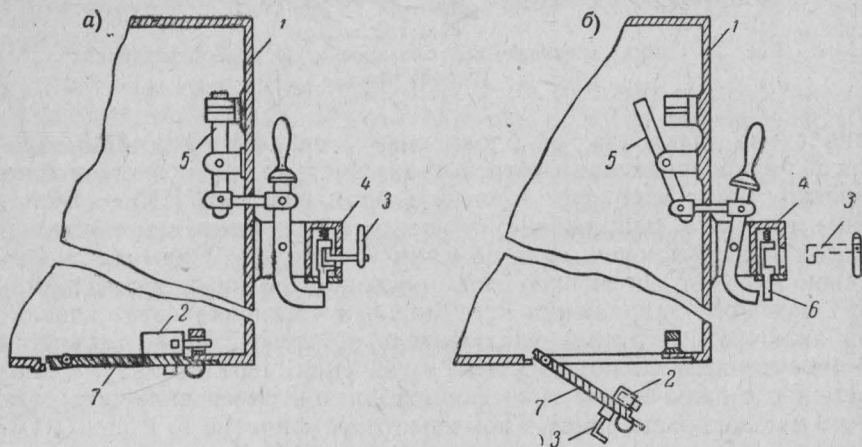


Рис. 24. Схематический эскиз жезловой механической блокировки: а) при включённом рубильнике, б) при выключенном рубильнике и открытой двери

бильник 5, снимающий высокое напряжение (рис. 24 б). При повороте ключа выдвигается запор замка 6, который препятствует обратному включению рубильника при вынутом ключе. Конструкция дверных замков не позволяет вынуть ключ из них при открытой двери 7. Поэтому включить рубильник можно только в том случае, если предварительно будет закрыта и заперта дверь ограждения.

В рычажной системе (рис. 25) ручка 1 управления рубильником 2 механически связана при помощи тяг 3 и рычага 4

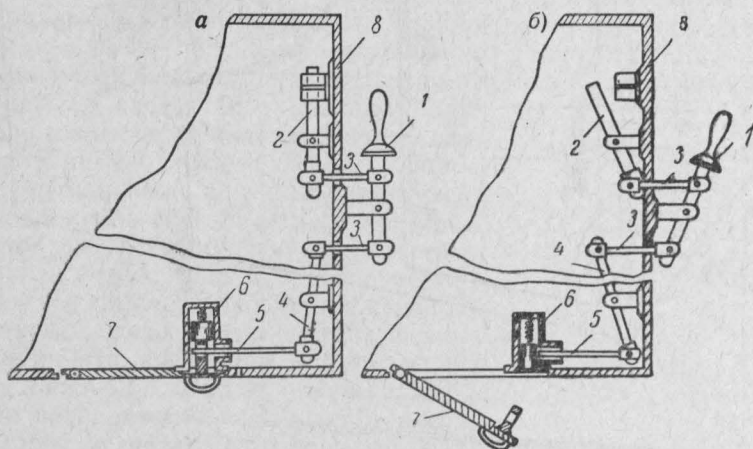


Рис. 25. Схематический эскиз рычажной механической блокировки:
а) при включенном рубильнике, б) при выключенном рубильнике

с дверным заслоном 5. При выключении рубильника (рис. 25 а) одновременно выдвигается заслон из замка 6. После этого можно открыть дверь 7 ограждения 8.

При открытой двери (рис. 25 б) замок не позволяет задвинуть заслон обратно и, следовательно, не допускает включения рубильника, когда за ограждением могут находиться и работать люди.

На рис. 26 а дана схема применяемой на радиостанциях механической блокировки при помощи дисков. Вдоль ограждения 1 проложен горизонтальный вал 2, на котором жёстко закреплён диск 3, имеющий вырез (паз). На верхнем конце дверной оси жёстко закреплён такой же диск 4. Вал 2 связан при помощи рычага 5 с тягой 6 рубильника механической блокировки (РМБ) 7. При включенном РМБ сплошная часть диска 3 находится в пазу дверного диска 4, что препятствует повороту дверной оси и, следовательно, открытию двери ограждения. Выключение рубильника производится рукояткой 8 с помощью тяги 6, при этом поворачивается вал 2 вместе с диском 3. Когда рубильник полностью выключен, пазы в обоих дисках совпадают, что позволяет открыть дверь ограждения. При открывании двери (рис. 26 б) сплошная часть дверного диска 4 входит в паз диска 3 и препят-

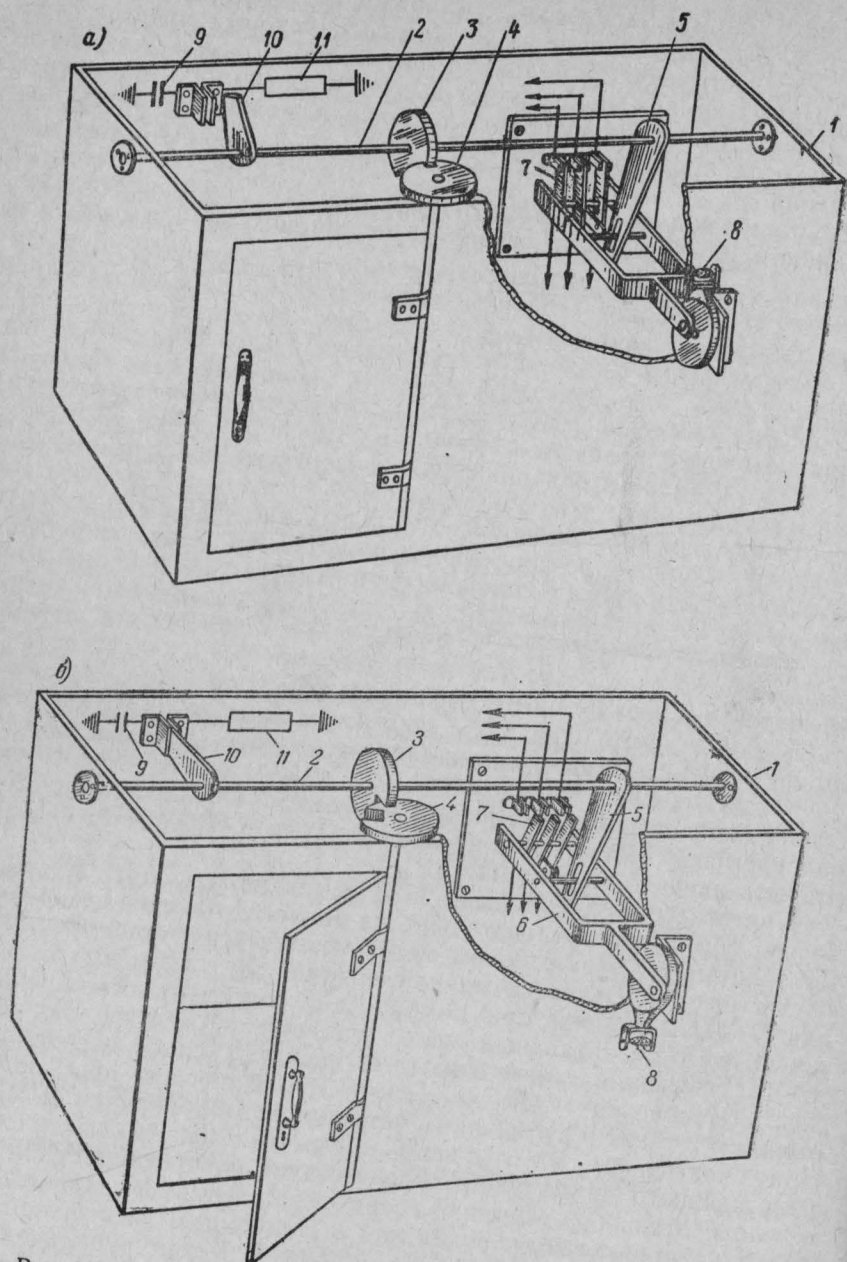


Рис. 26. Схема механической блокировки при помощи дисков:
 а) положение при включённом рубильнике, б) положение при выключенном рубильнике

ствуется повороту вала, а следовательно, обратному включению рубильника при открытой двери. При выключении РМБ конденсаторы 9 фильтров замыкаются рычагом 10 через сопротивление 11 на землю. Это заземление происходит с некоторым запаздыванием, т. е. после полного выключения рубильника.

При включении рубильника снятие заземления с конденсаторов происходит с опережением, т. е. до замыкания цепи рубильника.

Сигнализация и маркировка

Сигнализация позволяет своевременно принять меры предосторожности или предупредить неправильные действия персонала при обслуживании электроустановок и радиоустройств.

Сигнализация осуществляется при помощи ламп, которые размещаются на щитке управления или около мест, где должны производиться те или иные операции. При выключении рубильника или разъединителей одновременно при помощи блок-контактов замыкается цепь питания сигнальной лампы (рис. 27), свечение которой указывает, что напряжение с установки снято. Такая система сигнализации называется сигнализацией безопасности. Перегорание ламп сигнализации не может повлечь за собой несчастного случая, так как обслуживающий персонал, ориентируясь на сигнализацию, будет предполагать, что установка находится под напряжением. Следовательно, можно принять меры предосторожности и дополнительно проверить отсутствие напряжения. Но если в результате неисправностей в цепи питания сигнальных ламп, блок-контактов или разъединителя сигнальные лампы будут светиться при наличии напряжения на установке, то это может послужить причиной несчастного случая. Поэтому при входе за ограждение необходимо всегда независимо от показаний сигнализации убедиться в отсутствии напряжения при помощи переносных индикаторов напряжения.

Большое значение для обеспечения безопасности обслуживания электроустановок имеет маркировка и отличительная окраска частей установок. При большом количестве цепей различных систем тока и напряжения маркировка и окраска кабелей, проводов, шин и т. п. способствуют хорошей ориентации персонала при осмотре и ремонте электроустановок.

Все распределительные устройства и щиты должны иметь надписи (маркировку), указывающие на принадлежность и назначение проводов с относящимися к ним выключателями, предохранителями и измерительными приборами.

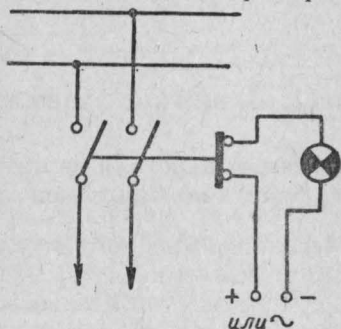


Рис. 27. Схема сигнализации безопасности

Защитные устройства в электроустановках и на линиях связи

§ 12. Защитное заземление

Принцип действия защитного заземления и область его применения

Металлические нетоковедущие части электроустановок при нарушении изоляции и замыкании на корпус могут оказаться под напряжением относительно земли. Прикосновение к таким частям столь же опасно, как и непосредственное прикосновение к токоведущим частям (рис. 28а).

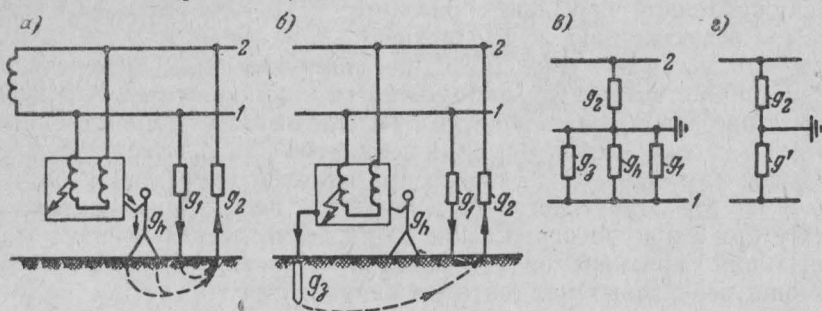


Рис. 28. Схема действия защитного заземления в двухпроводной сети

Защитное заземление устраивается для снижения до безопасной величины напряжения относительно земли, возникающего на нетоковедущих металлических частях электроустановок. Для этого нетоковедущие металлические части установок преднамеренно соединяют с землёй при помощи проводника, создающего малое сопротивление растеканию тока в земле.

Если в электроустановке произойдёт замыкание на заземлённый корпус (рис. 28б), то человек с проводимостью g_h , касаясь повреж-

дённного корпуса, включается в цепь параллельно проводимости заземлителя g_3 , проводимости изоляции провода g_1 и последовательно проводимости изоляции другого провода g_2 (рис. 28а). Суммарная проводимость трёх параллельно включённых проводимостей g' (рис. 28б) составит

$$g' = g_h + g_3 + g_1,$$

а проводимость всей цепи g равна

$$g = \frac{g' g_2}{g' + g_2}.$$

Напряжение U_h , под которым может оказаться человек, определяется из отношения

$$\frac{U_h}{U} = \frac{g}{g'} = \frac{g_2}{g_3 + g_h + g_1 + g_2},$$

откуда

$$U_h = \frac{U g_2}{g_3 + g_h + g_1 + g_2},$$

где U — напряжение сети.

Проводимости g_h , g_1 и g_2 очень малы по сравнению с проводимостью заземлителя g_3 , и ими можно пренебречь. Тогда получим

$$U_h = \frac{U g_2}{g_3} = \frac{U r_3}{r_2}.$$

Как видно из этого выражения, в случае прикосновения человека к повреждённому оборудованию U_h можно снизить увеличением проводимости заземлителя. Это — надёжная и доступная мера для обеспечения безопасности людей при нарушении изоляции и замыкании на корпус.

Пример. Определить ток, проходящий через тело человека, касающегося корпуса повреждённой установки (замыкание на корпус); сопротивление изоляции $r_1 = r_2 = 3000$ ом; сопротивление тела человека $R = 1000$ ом; напряжение сети $U = 220$ в.

1. При незаземлённом корпусе (рис. 28а)

$$I_h = \frac{U}{2R + r_{из}} = \frac{220}{2 \cdot 1000 + 3000} = 0,044 \text{ а, или } 44 \text{ ма.}$$

Такой ток может вызвать тяжёлое поражение.

2. При заземлённом корпусе ($r_3 = 4$ ом, рис. 28б)

$$I_h = \frac{U r_3}{R r_{из}} = \frac{220 \cdot 4}{1000 \cdot 3000} = 0,00027 \text{ а, или } 0,27 \text{ ма.}$$

Такой ток безопасен, его человек даже не почувствует.

Согласно действующим правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все электроустановки напряжением 500 в и выше должны

быть заземлены. Электроустановки, находящиеся в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и на открытом воздухе (наружные установки), должны быть заземлены при напряжении выше 36 в переменного тока и 110 в постоянного тока.

В защищаемых электроустановках заземляют корпуса электрических машин, трансформаторов и аппаратов, каркасы распределительных щитов и шкафов, металлические нетоковедущие части оборудования установок проводной связи и радиотрансляционных узлов, различные ограждения электроустановок, металлические оболочки кабелей, корпуса кабельных муфт и т. п.

Устройство заземления

Система защитного заземления (рис. 29) состоит из заземляющих проводников 1 (магистралей заземления) и группы заземлителей 2, помещённых непосредственно в земле, при помощи которых обеспе-

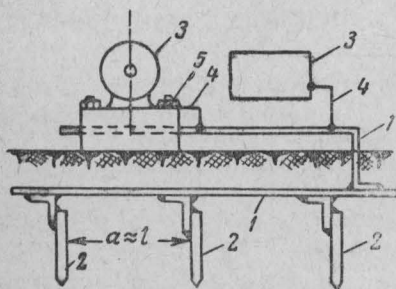


Рис. 29. Устройство заземлителей

чивается надёжное соединение с землёй и малое сопротивление растеканию тока в земле. Установки 3 присоединяются параллельно к магистрали заземления ответвляющимися проводами 4, которые крепятся к корпусам электрических машин и аппаратов при помощи болтов 5.

В качестве заземляющих проводников могут быть использованы металлические конструкции зданий, свинцовые и алюминиевые

оболочки кабелей, водопроводные трубы и т. п. Если проводники такого типа отсутствуют, то применяются стальные полосы сечением не менее 24 мм² при толщине не менее 3 мм, а также медные или алюминиевые провода с определённым сечением.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы проложенные под землёй металлические трубопроводы, свинцовые оболочки кабелей, металлические конструкции зданий и другие металлические сооружения, имеющие надёжное соединение с землёй и достаточно малое сопротивление растеканию тока в земле. Нельзя использовать в качестве естественных заземлителей (и заземляющих проводников) трубопроводы для горючих жидкостей, взрывоопасных газов и трубопроводы, покрытые изоляцией для защиты от коррозии.

Естественные заземлители должны быть присоединены к магистрали заземления не менее чем двумя проводниками в разных местах. При невозможности использования естественных заземлителей устраиваются искусственные заземлители. Для этого в землю закладывают стальные пластины или полосы, отрезки угловой стали и т. п. Наиболее пригодны в качестве искусственных

заземлителей стальные трубы, которые без рытья глубоких ям легко забиваются на необходимую глубину. Трубы должны быть очищены от краски, масла и других изолирующих веществ. Эти заземлители обеспечивают хорошее соединение с непромерзающими и мало высыхающими слоями земли. Если грунт может вызвать усиленную коррозию, то применяют оцинкованные или омедненные трубы.

Сопротивление заземляющих устройств

Величина сопротивления заземления — это основной показатель, характеризующий пригодность системы заземления.

Сопротивление естественных заземлителей можно непосредственно измерить. Опытные измерения показали, что сопротивление оболочек кабелей бесконечно большой длины (практически более 3 км) и водопроводной сети не превышает 2 ом.

Количество кабелей, используемых для естественного заземления, должно быть не менее двух.

Сопротивление одиночного заземлителя в виде трубы или стержня, забитого вертикально в землю вровень с поверхностью (рис. 30а), определяется по формуле

$$R_0 = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d}, \text{ ом},$$

где ρ — удельное сопротивление грунта, ом·см (сопротивление образца грунта объёмом 1 см³);

l — длина трубы, см;

d — диаметр трубы, см.

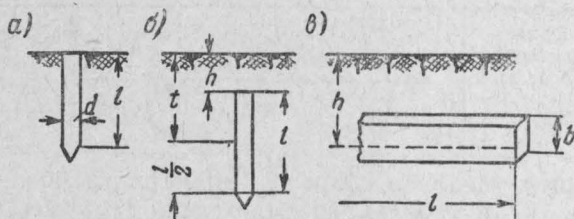


Рис. 30. Схемы расположения заземлителей в грунте

Проводимость верхних слоёв грунта имеет большие сезонные колебания в зависимости от влажности и температуры почвы (промерзание зимой и просыхание летом). Чтобы уменьшить влияние сезонных колебаний проводимости почвы на сопротивление заземления, трубы следует забивать в землю на глубину h , равную примерно 0,5—1,5 м от поверхности земли до верхнего конца трубы (рис. 30б).

Сопротивление одиночного заземлителя, забитого в землю на некоторую глубину, определяется по формуле

$$R_0 = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ ом},$$

где t — расстояние от поверхности земли до середины трубы, см.

Длина трубы берётся обычно 2—3 м, но иногда её увеличивают с целью достижения грунтовых вод и непромерзающих слоёв земли. Диаметр трубы берётся 30—50 мм при толщине стенок не менее 3,5 мм.

Сопротивление заземлителя из стальной полосы (рис. 30 в) или круглой стали (прутка) определяются по формуле

$$R_n = 0,366 \frac{\rho}{l_n} \lg \frac{2l_n^2}{bh}, \text{ ом},$$

где l_n — длина полосы, см;

b — ширина полосы, см (для круглой стали $b=4r$, где r — радиус прутка);

h — глубина заложения полосы, см.

Как видно из приведённых формул, основным фактором, влияющим на сопротивление растеканию тока, является удельное сопротивление грунта ρ , величина которого зависит от рода почвы (вида грунта), влажности, температуры и содержания солей в почве. При проектировании и устройстве заземлений удельное сопротивление грунта в тех местах, где предполагается разместить заземление, определяют опытным путём. В табл. 3 приводятся средние значения удельного сопротивления грунтов, которыми можно пользоваться для предварительных расчётов.

Таблица 3

Вид грунта	Песок влажный	Супесок	Суглинок	Глина	Чернозём	Торф
ρ , ом·см	$50 \cdot 10^3$	$30 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$

При большом удельном сопротивлении грунта можно повысить проводимость земли вблизи заземлителей, например, пропитать грунт растворами солей. Однако в основном необходимая проводимость заземляющего устройства достигается закладкой в грунт нескольких труб, соединённых между собой стальной полосой. Трубы располагают обычно друг от друга на расстоянии a , равном примерно удвоенной длине трубы ($a \approx 2l$).

При растекании тока в земле вокруг каждого заземлителя (трубы) создаётся своё поле тока в радиусе примерно 20 м. В результате этого увеличивается сопротивление растеканию тока с каждого заземлителя за счёт взаимного экранирования. Поэтому при определении необходимого числа труб для многоэлектродных

заземлителей в расчёт вводится коэффициент использования заземлителей (коэффициент экранирования) η_a , который колеблется в пределах $0,65 \div 1,0$ [Л16]. Общее сопротивление многоэлектродного заземлителя определяется по формуле

$$r_3 = \frac{R_0}{\eta_a n},$$

где R_0 — сопротивление единичного заземлителя, *ом*;
 n — число заземлителей.

Пример. Определить необходимое число труб-заземлителей для защитного заземления сопротивлением $r_3 = 4$ *ом*. Длина каждой трубы $l = 3$ *м*, диаметр трубы $d = 50$ *мм*, глубина заложения труб (расстояние от поверхности земли до середины трубы) $t = 2,5$ *м*. В местах устройства заземления грунт — чернозём.

Удельное сопротивление чернозёма $\rho = 5000$ *ом·см* (табл. 3).

Сопротивление одиночного заземлителя (рис. 30 *в*)

$$\begin{aligned} R_0 &= 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \\ &= 0,366 \frac{5000}{300} \left(\lg \frac{2 \cdot 300}{5} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 250 + 300}{4 \cdot 250 - 300} \right) = 12,9 \text{ } \text{ом}. \end{aligned}$$

Необходимое число заземлителей при коэффициенте экранирования $\eta_a = 0,85$ [Л16]

$$n = \frac{R_0}{\eta_a r_3} = \frac{12,9}{0,85 \cdot 4} = 3,8, \text{ т. е. } 4 \text{ трубы.}$$

Ток растекается также через полосу, соединяющую трубы, и она может рассматриваться как дополнительный заземлитель длиной

$$l_n = 1,05 a \cdot n,$$

где a — расстояние между трубами, *см*.

Результирующее сопротивление заземляющего устройства r_3 определяется по формуле

$$r_3 = \frac{1}{\frac{\eta_{\text{эп}}}{R_n} + \frac{n \eta_{\text{эт}}}{R_0}}, \text{ } \text{ом}$$

где R_n — сопротивление соединительной полосы, *ом*;
 $\eta_{\text{эт}}$ и $\eta_{\text{эп}}$ — коэффициенты экранирования соответственно между трубами, а также между соединительной полосой и трубами (эти коэффициенты находятся из опытных таблиц [Л16] в зависимости от количества труб и их взаимного расположения).

В электроустановках напряжением до 1000 *в* сопротивление защитного заземления должно быть не более 4 *ом*. Допускается $r_3 \leq 10$ *ом* при мощности генераторов и трансформаторов менее 100 *кВа*.

В электроустановках напряжением свыше 1000 в с большими токами замыкания на землю ($I_{\text{зам}} > 500 \text{ а}$) сопротивление заземляющих устройств должно быть не более 0,5 ома, а с малыми токами замыкания на землю ($I_{\text{зам}} < 500 \text{ а}$) сопротивление заземляющих устройств

$$r_3 \leq \frac{250}{I}, \text{ ом,}$$

где I — ток однофазного замыкания на землю.

Для заземления электроустановок различных назначений и различных напряжений устраивается одно общее заземление, которое должно удовлетворять требованиям к заземлению того оборудования, для которого необходимо наименьшее сопротивление заземляющего устройства.

Контроль за состоянием защитного заземления

Сопротивление защитного заземления измеряется непосредственно после устройства заземления и периодически не реже одного раза в год (летом).

Существуют различные методы измерения сопротивления заземляющих устройств. На рис. 31 показано измерение методом амперметра и вольтметра, при котором в землю забивают вспомогательный заземлитель 1 и зонд 2. Заземлитель и зонд располагаются друг от друга и от испытуемого заземлителя 3 на расстоянии более 40 м так, чтобы между ними образовалась зона земли с нулевым потенциалом. Для измерения создаётся цепь тока от самостоятельного источника через испытуемый и вспомогательный заземлители. Измерив ток I , проходящий через заземлители, и напряжение U на испытуемом заземлителе по отношению к зонду, можно определить сопротивление заземляющего устройства

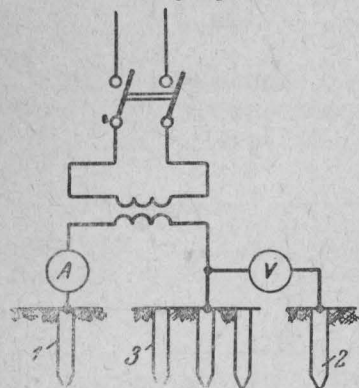


Рис. 31. Схема измерения сопротивлений заземляющих устройств методом амперметра и вольтметра

$$r_3 = \frac{U}{I}.$$

Сопротивление заземляющего устройства можно измерить и способом трёх измерений (методом трёх земель) также с применением двух вспомогательных заземлителей. В этом случае определяют напряжение и ток, проходящий через испытуемое заземление и первый вспомогательный заземлитель (рис. 32а); через испытуемое заземление и второй вспомогательный заземлитель

(рис. 32б); через оба вспомогательных заземлителя (рис. 32в). По данным измерений определяют искомое сопротивление заземляющего устройства

$$r_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} - \frac{U_3}{I_3} \right),$$

где $U_{1,2,3}$ и $I_{1,2,3}$ — измеренные напряжения и токи соответственно при первом, втором и третьем измерениях.

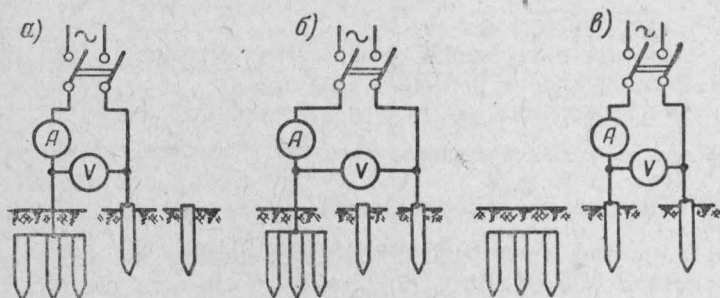


Рис. 32. Схемы измерения сопротивления заземляющих устройств методом трёх земель

Для измерения сопротивления заземляющих устройств можно также воспользоваться испытателем заземления типа МС-07, выпускаемым промышленностью.

Заземление электроустановок в сетях с глухозаземлённой нейтралью (защитное зануление)

Как рассматривалось выше, нейтральная точка сети трёхфазного тока может быть изолирована от земли или заземлена (§ 5). Нейтраль трансформатора или генератора, не присоединённая к заземляющему устройству или присоединённая через аппарат, имеющий большое сопротивление (например, пробивной предохранитель), называется изолированной нейтралью.

Нейтраль, присоединённая к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление, называется глухозаземлённой нейтралью.

В сетях с изолированной нейтралью при замыкании на корпус защитное заземление снижает напряжение на корпусе до безопасной величины.

В сетях с глухозаземлённой нейтралью при напряжении до 1000 в одно защитное заземление не обеспечивает достаточно надёжной и полноценной защиты. Это объясняется тем, что при про-

бое изоляции на заземлённый корпус (рис. 33) величина аварийного тока, ограниченная сопротивлением заземлителей r_0 и r_3 , может оказаться недостаточной для перегорания плавких вставок предохранителей или срабатывания защиты. В то же время на корпусе повреждённой установки возникает и может длительно существовать опасное напряжение

$$U_3 = I_{ав} r_3 = \frac{U_\phi r_3}{r_0 + r_3},$$

где $I_{ав}$ — аварийный ток,

U_ϕ — фазное напряжение сети,

r_0 — сопротивление рабочего заземления,

r_3 — сопротивление защитного заземления.

Если $r_0 = r_3$, то напряжение $U_3 = \frac{U_\phi}{2}$. При $r_3 > r_0$ напряжение $U_3 > \frac{U_\phi}{2}$ и может оказаться близким к фазному напряжению.

Поэтому в электроустановках с напряжением до 1000 в с глухозаземлённой нейтралью необходимо обеспечить быстрое и на-

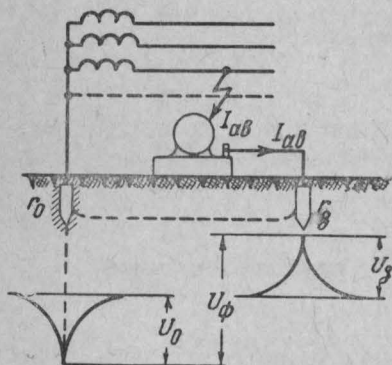


Рис. 33. Схема заземления установок при заземлённой нейтрали в сети напряжением до 1000 в

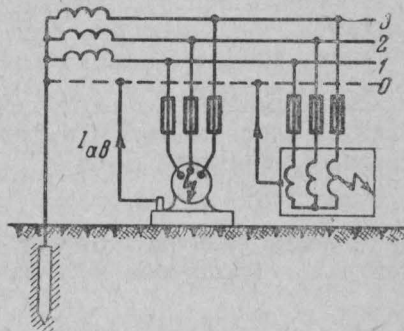


Рис. 34. Схема металлического соединения корпусов электрооборудования с заземлённой нейтралью (защитное зануление)

дёжное автоматическое отключение повреждённых участков сети. Для этого корпуса электрооборудования соединяют проводником с заземлённой нейтралью (нулевым проводом) (рис. 34) с таким расчётом, чтобы при замыкании на корпус в петле, образованной фазным и нулевым проводами, возникал ток короткого замыкания:

$$I_{кз} = \frac{U_\phi}{\sqrt{(r_\phi + r_n)^2 + x^2}} \geq 3 I_{ном},$$

где r_{ϕ} и r_n — активные сопротивления фазного и нулевого проводов;

x — реактивное сопротивление петли фаза — нуль;

$I_{\text{ном}}$ — номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя.

При такой величине тока короткого замыкания происходит быстрое перегорание плавкой вставки ближайшего предохранителя (или срабатывание автоматического выключателя), благодаря

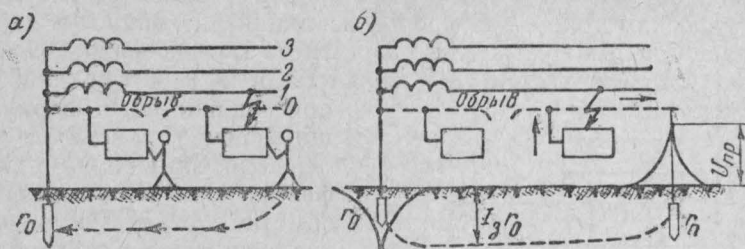


Рис. 35. Обрыв нулевого провода:
а) при отсутствии повторного заземления, б) при наличии повторного заземления

чему отключается аварийный участок. В результате обеспечивается безопасность обслуживающего персонала при замыкании на корпус. Такая система защиты в старых правилах устройства электроустановок (ПУЭ) называлась «занулением».

При устройстве такой защиты нулевой провод, кроме рабочего заземления у источника питания, должен быть повторно заземлён в нескольких местах сети. Это уменьшает опасность при обрыве нулевого провода, так как при отсутствии повторного заземления и замыкании на корпус в любой электроустановке, находящейся за местом обрыва (рис. 35а), корпуса всех установок (повреждённой и исправных) могут оказаться под фазным напряжением. При наличии повторного заземления (рис. 35б) напряжение на этих корпусах снижается до значения

$$U_s \approx \frac{U_{\phi} r_n}{r_n + r_0}$$

где r_n — сопротивление повторного заземления,

r_0 — сопротивление рабочего заземления.

При этом на корпусах установок, находящихся до места обрыва, также возникает напряжение относительно земли:

$$U_{\text{пр}} = I_3 r_0 \approx \frac{U_{\phi} r_0}{r_n + r_0}.$$

Таким образом, повторное заземление полностью не устраняет опасности при обрыве нулевого провода, но выравнивает распре-

деление потенциалов между оборудованием, находящимся до места обрыва и за местом обрыва нулевого провода. Поэтому при эксплуатации сети необходимо регулярно проверять целостность нулевой линии и проводов рабочего и повторных заземлений.

§ 13. Защитное отключение

Весьма надёжный способ защиты людей от опасности поражения электрическим током при пробое изоляции на корпус — применение специальных устройств защитного отключения. Основной частью устройства (рис. 36) является реле 1, катушка которого

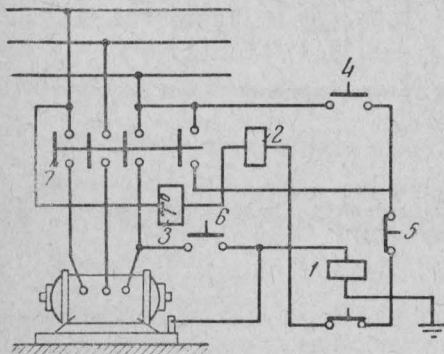


Рис. 36. Схема защитного отключения:
1 — защитное реле, 2 — катушка контактора,
3 — тепловое реле, 4 — пусковая кнопка, 5 —
кнопка отключения, 6 — контрольная кнопка

присоединяется к корпусу защищаемой установки и к земле. При замыкании одной из фаз на корпус в цепи корпус—обмотка реле—земля—сопротивление изоляции появляется ток, сердечник реле 1 втягивается и размыкает цепь питания контактора 2, в результате чего повреждённая установка отключается. Срабатывание реле 1 происходит при появлении на корпусе напряжения порядка 24—40 в. Для контроля за исправностью реле, контактора и всех соединений служит контрольная кнопка 6. Прибо-

ры защитного отключения могут широко применяться в передвижных установках, в условиях, когда выполнение заземления затруднено вследствие большого удельного сопротивления грунта (скальные породы, вечная мерзлота). Защитное отключение применяется также как дополнение к защитному заземлению в установках, к которым предъявляются повышенные требования относительно соблюдения техники безопасности.

§ 14. Изолирующие подставки и изолирующие корпуса

Защита при помощи изолирующих площадок применяется в тех случаях, когда выполнение защитного заземления затруднено по технологическим или по другим причинам (например, большое сопротивление грунта, отдалённость установки от магистрали заземления). Защитные подставки (рис. 37) представляют собой деревянный настил из планок, укреплённых на раме, которая, в свою очередь, укреплена на фарфоровых изоляторах (ножках). Испол-

зование такой защиты допускается в случаях, когда прикосновение к корпусам защищаемых установок возможно только с изолирующих площадок и если исключена возможность одновременного прикосновения к заземленным конструкциям зданий и другим заземленным установкам.

В целях защиты людей от поражения током при нарушении изоляции электроустановок корпуса некоторых видов электрооборудования изготавливают из изолирующего материала (эбонита, текстолита).

или покрывают достаточным слоем изоляции. Такая защита широко применяется в осветительной арматуре (патроны, розетки) и в приборах, корпуса которых не требуют большой прочности.

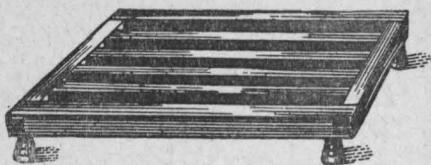


Рис. 37. Изолирующая подставка

§ 15. Защита от перехода напряжения из сети высшего напряжения в сеть низшего напряжения

При пробое изоляции в трансформаторах возможен переход напряжения с высоковольтной обмотки на низковольтную. Такое явление крайне опасно для обслуживающего персонала и в пожарном отношении. Способ защиты от опасности такого перехода зависит от напряжения сети и режима нейтрали.

В трансформаторах с напряжением высоковольтной обмотки свыше 1000 в защита достигается заземлением наглухо нейтрали сети низшего напряжения. В этом случае при повреждении изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений появляется аварийный ток, достаточный по величине для срабатывания максимальной защиты и отключения трансформатора. Цепь аварийного тока замыкается через рабочий заземлитель нейтрали сети низшего напряжения и ёмкость сети высшего напряжения. Но если нейтраль сети низшего напряжения изолирована от земли, то необходимо согласно ПУЭ защищать низковольтную сеть пробивным предохранителем, установленным в нейтрали (рис. 38а). В нормальных условиях пробивной предохранитель изолирует от земли (диэлектрической прокладкой) нейтраль низковольтной обмотки. Но в случае перехода напряжения с высоковольтной обмотки на низковольтную происходит пробой воздушных промежутков в прокладке пробивного предохранителя, и цепь аварийного тока замыкается так же, как и при заземлённой нейтрали. В результате срабатывает защита и повреждённый трансформатор немедленно отключается.

В трансформаторах с напряжением высоковольтной обмотки ниже 1000 в, а низковольтной — ниже 100 в нейтраль низковольтной обмотки обычно не имеет глухого заземления, а пробивной предохранитель при таком напряжении недостаточно надёжен.

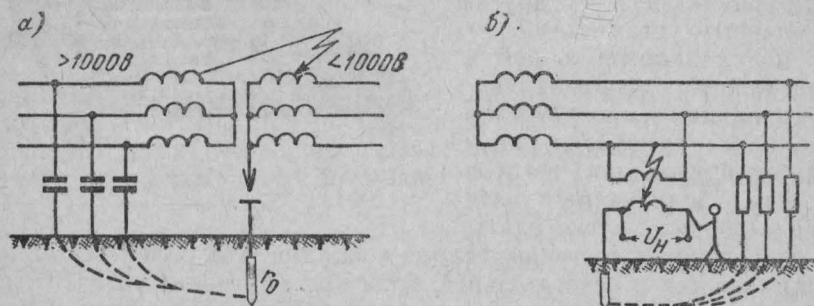


Рис. 38. Защита от перехода высокого напряжения на сеть низкого напряжения:

а) схема включения пробивного предохранителя, б) схема присоединения зажима вторичной обмотки трансформатора к сети заземления

Поэтому в таких трансформаторах, в частности в измерительных трансформаторах тока и напряжения, один из зажимов вторичной обмотки присоединяется к сети заземления (рис. 38б).

В случае пробоя между обмотками напряжение прикосновения к проводу вторичной обмотки становится меньше опасной величины. В сетях с глухо заземлённой нейтралью вторичная обмотка трансформатора присоединяется к заземлённому нулевому проводу. В этом случае пробой между обмотками трансформатора создаёт цепь тока короткого замыкания через нулевой провод, что вызывает срабатывание защиты или перегорание предохранителей и, следовательно, отключение повреждённого трансформатора.

§ 16. Опасные влияния линий электропередач (ЛЭП) на цепи связи и меры защиты

Виды влияния ЛЭП на линии связи

На воздушные и кабельные линии связи, расположенные вблизи (вдоль) высоковольтных ЛЭП или электрифицированных железных дорог, наводятся посторонние напряжения и токи. Эти напряжения и токи появляются в результате влияния электромагнитных полей, возникающих в определённом пространстве вокруг проводов ЛЭП или контактных проводов электрифицированных железных дорог переменного тока. Индуцируемые напряжения и токи могут вызвать помехи и нарушения нормальной работы линий

связи и проводного вещания. Такое влияние называется мешающим. Вместе с тем, индуцируемые на линиях связи напряжения и токи могут достигать величин, представляющих большую опасность для жизни и здоровья обслуживающего персонала, а также вызывать пожары в станционных помещениях предприятий связи. Такое влияние называется опасным. Воздушные линии связи, на проводах которых индуцируются опасные напряжения, называются высоковольтными воздушными линиями связи (ВВЛС).

Различают следующие виды влияния ЛЭП и электрифицированных железных дорог на линии связи:

1) магнитное влияние, возникающее за счёт переменного тока, протекающего в проводах электропередач. Переменный ток создаёт переменное магнитное поле, действующее на провода связи, расположенные вблизи линии электропередач. Магнитному влиянию подвержены воздушные и кабельные линии связи;

2) электрическое влияние, возникающее за счёт переменного напряжения в линиях электропередач. Переменное напряжение создаёт переменное электрическое поле, действующее на провода связи. Электрическому влиянию подвержены только воздушные линии связи;

3) Гальваническое влияние, возникающее за счёт растекания тока в земле, которое происходит при замыкании высоковольтных ЛЭП на землю в определённом радиусе от места замыкания (порядка 20 м). На электрифицированных железных дорогах цепь тока, поступающего из контактного провода в электровазсы, замыкается через рельсы и землю на тяговую подстанцию, в результате чего в земле появляются блуждающие токи. Если заземления проводов связи расположены в зоне растекания токов, то на заземлителях могут возникать различные потенциалы. Под действием разности потенциалов в проводах связи появляются постоянный ток и напряжение относительно земли. Гальваническому влиянию подвержены заземлённые (однопроводные) цепи связи, в которых заземлители расположены в зоне растекания токов.

Расчёт опасного влияния на линии связи

Величины напряжений и токов, которые индуцируются в проводах связи, зависят от параметров влияющей и подверженной влиянию линий, а также от длины проводов, подверженных влиянию в пределах гальванически неразделённого участка, т. е. участка, не содержащего трансформаторов, усилителей, фильтров и т. п. При расчёте влияния ЛЭП на линии связи опасные напряжения и токи определяются отдельно при магнитном и электрическом влиянии. В отдельных случаях наибольшая опасность может создаваться одной составляющей электромагнитного влияния. Например, высоковольтная ЛЭП с заземлённой нейтралью при коротком замыкании фазы на землю имеет наибольшее магнитное влияние, а с

изолированной нейтралью — электрическое влияние. В зависимости от этого определяются меры и средства защиты от электромагнитного влияния.

Магнитное влияние

Под воздействием магнитного поля, создаваемого ЛЭП, в проводах связи возникает продольная эдс, которая обуславливает появление продольных токов и напряжений на проводах связи относительно земли. На рис. 39 показано изменение напряжений и про-

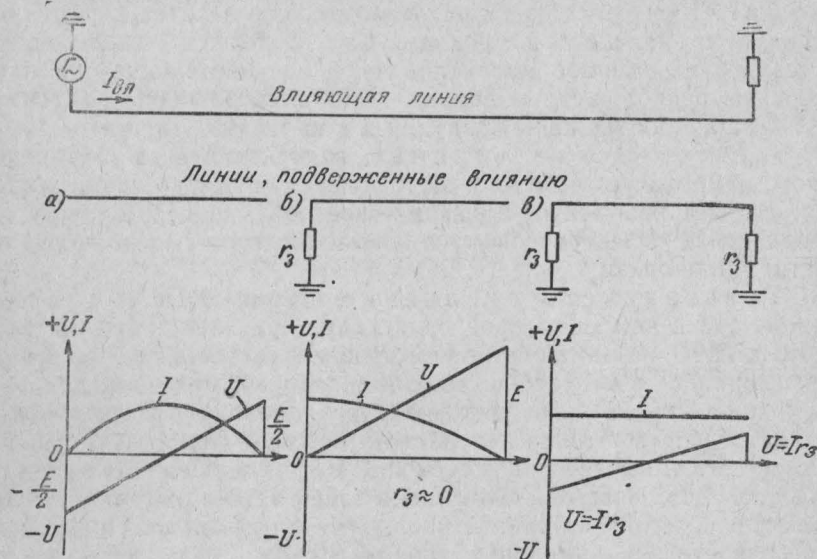


Рис. 39. Изменение продольного тока и напряжения относительно земли: а) в проводах, изолированных от земли на длине гальванически неразделённого участка; б) в проводах, заземлённых на одном конце; в) в проводах, заземлённых на обоих концах

дольных токов по длине гальванически неразделённого участка для различных режимов линий связи. Наибольшее напряжение возникает на изолированном конце участка сближения, когда другой конец провода заземлён (рис. 39б). Такой случай наиболее опасен и всегда учитывается при определении опасных напряжений, обусловленных магнитным влиянием.

Если линия связи или проводного вещания параллельна влияющей линии на всём участке сближения, то индуцируемое на линии связи напряжение относительно земли U_m определяется по формуле

$$U_m = \omega K_{\text{рез}} I_{\text{эк}} M l_0,$$

где ω — угловая частота тока ($2\pi f$);

$K_{\text{рез}}$ — результирующий коэффициент экранирования тросов, рельсов, оболочек кабеля и т. п. [Л19];

$I_{\text{эк}}$ — эквивалентный влияющий ток на участке сближения, a ;

M — коэффициент взаимной индукции между цепями влияющей линии и линии связи, гН/км ;

l_0 — длина участка сближения, км .

Величина M определяется по номограмме (рис. 40) в зависимости от ширины сближения a и удельной проводимости земли γ_3 .

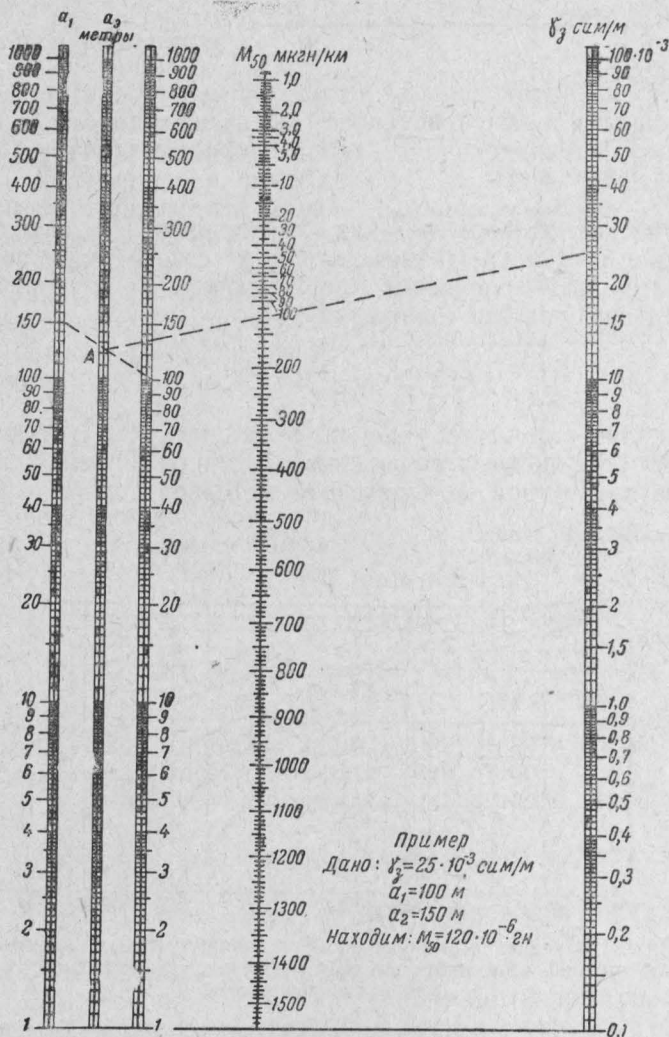


Рис. 40. Номограмма для определения коэффициента взаимной индукции M при частоте тока 50 гц

Если отдельные участки сближения находятся на разном расстоянии от влияющей линии (рис. 41), то трасса сближения разбивается на так называемые участки косою сближения. Для каждого участка определяется эквивалентная ширина сближения.

$$a_3 = \sqrt{a_1 a_2} \quad \left(\text{при } \frac{a_{\text{макс}}}{a_{\text{мин}}} \leq 3 \right),$$

где a_1 и a_2 — расстояния от влияющей линии до провода связи в начале и в конце косою участка сближения.



Рис. 41. Сложная трасса сближения линии связи с влияющей линией

По приведённой формуле для определения U_m определяется напряжение на каждом эквивалентном участке и затем подсчитывается суммарное напряжение, возникающее на изолированном конце сложного участка сближения, т. е.

$$U_m = \omega K_{\text{рез}} \sum_{i=1}^m I_{\text{эк}} M_i l_i,$$

где m — количество косою участков сближения.

На рис. 42 даны графики напряжения, индуцируемого контактной сетью двухпутной электрической железной дороги переменного

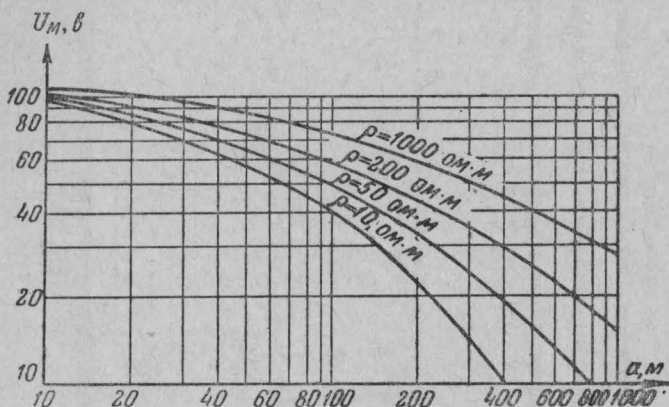


Рис. 42. Изменение индуцируемого напряжения в линиях связи в зависимости от ширины сближения с электрифицированной железной дорогой

тока в проводах воздушной линии связи в зависимости от ширины сближения a и удельного сопротивления грунта ρ . Расчёт произведён для участка сближения длиной 1000 м при величине

эквивалентного влияющего тока $I_{\text{ЭК}} = 800 \text{ а}$ [Л10]. Пользуясь этими графиками, можно для каждого эквивалентного участка определить индуцируемое напряжение на участке в 1 км и затем умножением на действительную длину участка сближения определить напряжение на данном эквивалентном участке сближения.

Если влияющий ток отличается от принятого для расчёта графика ($I_{\text{ЭК}} = 800 \text{ а}$), то найденную величину напряжения надо умножить на отношение действительного влияющего тока к величине тока, принятого для построения графиков.

Электрическое влияние

Степень опасности электрического влияния определяется напряжением $U_{\text{э}}$, возникающим на изолированных от земли проводах связи, и величиной разрядного тока $I_{\text{э}}$, проходящего через тело человека, коснувшегося провода связи, подверженного электрическому влиянию (рис. 43).

Напряжение, возникающее на изолированных от земли проводах связи, при параллельной трассе сближения определяется по формуле

$$U_{\text{э}} = K_1 U_1 \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} \frac{l_0}{l},$$

а ток, протекающий через тело человека, коснувшегося одного провода такой линии, по формуле

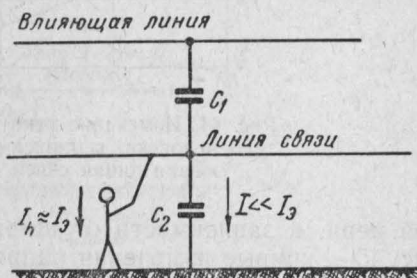


Рис. 43. Схема прохождения тока в случае прикосновения к проводу, подверженному электрическому влиянию

$$I_{\text{э}} = K_2 U_1 \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} \frac{l_0}{n_{\text{пр}} + 2} 10^{-3}, \text{ ма},$$

где K_1 и K_2 — коэффициенты, учитывающие количество влияющих проводов и тип влияющей линии;

U_1 — рабочее напряжение между проводами влияющей линии, в;

a — расстояние между проводами связи и влияющей линией, м;

b — средняя высота подвеса проводов влияющей линии, м;

c — средняя высота подвеса провода связи, м;

l — длина гальванически неразделённого участка, м;

l_0 — длина участка сближения в пределах гальванически неразделённого участка, м;

$n_{\text{пр}}$ — количество заземлённых проводов на линии связи.

На рис. 44 даны графики изменения величины тока I_3 , протекающего через тело человека, коснувшегося провода двухпровод-

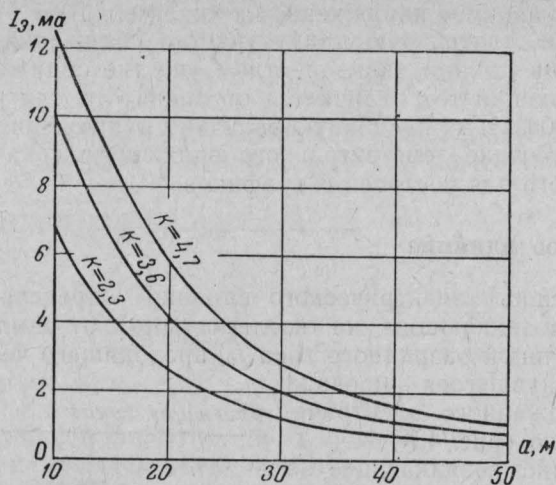


Рис. 44. Изменение тока I_3 , проходящего через тело человека, в зависимости от ширины сближения линий связи с влияющей линией

ной цепи, в зависимости от ширины участка сближения, а на рис. 45 — кривые изменения напряжения U_3 . Расчёт произведён по

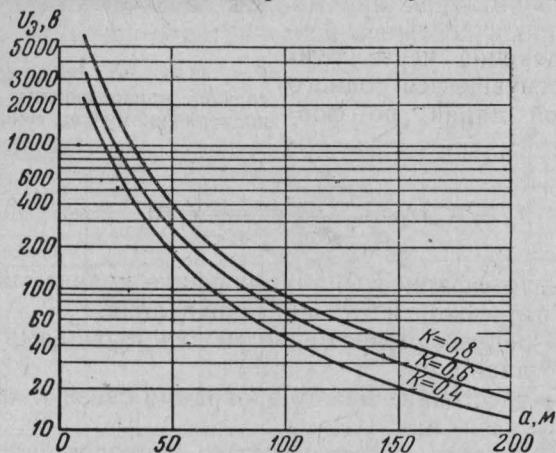


Рис. 45. Изменение напряжения U_3 , индуцируемого на линии связи при электрическом влиянии

выше приведённым формулам при параллельном сближении на всём участке. При этом: длина участка $l_0=l=1$ км; $c=6$ м; $b=7,5$ м; $n=2$; $U_1=25$ кв.

При другой длине участка величину тока, протекающего через тело человека, I_3 и потенциал U_3 определяют путём умножения величин, найденных по графику (при $l=1$ км), на действительную длину участка, подверженного электрическому влиянию.

Гальваническое влияние

Величина разности потенциалов, возникающая на заземлителях однопроводной линии связи в результате гальванического влияния, зависит от удельного сопротивления земли в зоне растекания тока, от расстояния заземлителей до места входа тока в землю, от индуктивного влияния контактной сети на рельсы и от других факторов.

Потенциал точки земли A с координатами x и y (рис. 46), где y — расстояние точки A от полотна электрической железной доро-

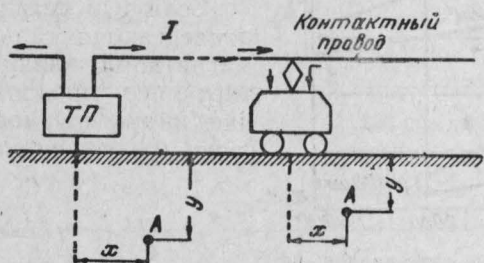


Рис. 46. Схема расположения заземлителей (точки A) относительно тяговой подстанции ТП и движущегося электропоезда

ги переменного тока, а x — расстояние точки A от тяговой подстанции (ТП) или электровоза, определяется по формуле

$$U_{Axy} = \frac{I\rho\gamma}{2\pi} \Omega(\gamma_x, \gamma_y),$$

где I — ток нагрузки тяговой подстанции, а;

$\gamma = \sqrt{\frac{r_{\text{п}}}{r_{\text{пер}}}}$ — постоянная распространения тока вдоль рельсового пути, 1/м;

$r_{\text{п}}$ — продольное сопротивление рельсов, ом/м;

$r_{\text{пер}}$ — переходное сопротивление между рельсами и землёй, ом · м;

$\Omega(\gamma_x, \gamma_y)$ — специальная функция (графики этой функции для разных факторов приведены в литературе [17]).

На рис. 47 приведены кривые изменения потенциалов точек земли в зависимости от расстояния до тяговой подстанции при

различных расстояниях от полотна железной дороги. Расчёт произведён для тока $I=1000$ а (для других значений тока и проводимостей земли таблицы приведены в справочной литературе [Л19]). Определив из графиков потенциалы точек земли, где расположены два заземлителя, можно подсчитать разность потенциалов между этими заземлителями:

$$U_r = U_{1r} - U_{2r},$$

где U_{1r} , U_{2r} — потенциалы точек земли, где расположены заземлители.

Если цепи связи одновременно подвергаются гальваническому и магнитному влиянию, то результирующее продольное напряжение, индуктируемое в проводах связи, определяется по формуле

$$U_{\text{общ}} = \sqrt{U_m^2 + U_r^2},$$

где U_m — напряжение от магнитного влияния.

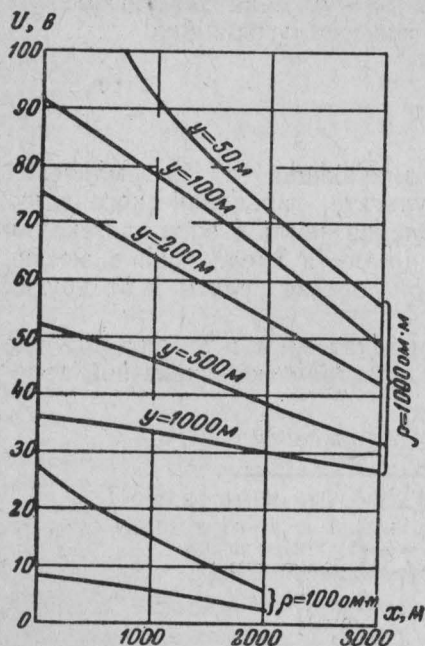


Рис. 47. Изменение потенциалов на заземлителях в зависимости от расстояния до тяговой подстанции (для двух нижних кривых значения $y=50$ м и 1000 м соответственно)

Меры защиты ВВЛС от опасных влияний ЛЭП и электрифицированных железных дорог переменного тока

Полное устранение посторонних напряжений и токов в линиях связи, расположенных вблизи ЛЭП или электрифицированных железных дорог, чрезвычайно трудно и требует больших затрат. Во многих случаях высоковольтные линии невозможно отключить при необходимости ведения работ на линиях связи. Поэтому, если величина индуктированного напряжения может достигнуть опасных значений, то необходимо предпринимать меры, обеспечивающие полную безопасность обслуживающего персонала, вплоть до отбоя (перетрассировки) линии связи от высоковольтных линий или от полотна электрической железной дороги.

Предельно допустимые значения индуктируемых напряжений определяются в зависимости от продолжительности воздействия их на людей. При индуктировании опасных напряжений в линиях связи, в результате замыкания ЛЭП на землю, т. е. при аварийных режимах ЛЭП или электрифицированных железных дорог,

длительность действия этих напряжений определяется временем срабатывания защиты, которое находится в пределах 0,3÷1,2 сек. Более опасными являются напряжения и токи, которые индуктируются на проводах связи при нормальном режиме работы влияющих линий, т. е. в продолжение всего времени их эксплуатации. Поэтому величина допустимых напряжений для таких случаев значительно меньше, чем для кратковременных напряжений, возникающих при аварийных режимах. В табл. 4 приведены допусти-

Таблица 4

Наименование цепей связи, подверженных влиянию	Допустимое напряжение в проводах связи относительно земли, в	
	при длительно индуктированных напряжениях (нормальные режимы)	при коротком замыкании ВЛ на землю (аварийные режимы ЛЭП или электрифицированных железных дорог)
Воздушные линии связи на деревянных опорах	60	1000 при длительности $t=0,6$ сек 750 « « $t=1,2$ сек
То же, на железобетонных или металлических опорах и стоечные линии	36	250 при длительности $t=0,3$ сек 160 « « $t=0,6$ сек 120 « « $t=1,2$ сек
Кабельные линии связи (без дистанционного питания усилителей)	36	Не более 60 % от испытательного напряжения строительных длин кабеля

мые (безопасные) напряжения, индуктируемые на линиях связи при влиянии ЛЭП и контактных сетей электрифицированных железных дорог переменного тока. Величина тока, которая может длительно протекать через тело человека, коснувшегося провода, подверженного электрическому влиянию, не должна превышать 2 ма. Если напряжение превышает допустимые величины, указанные в табл. 4, то работа по ремонту и строительству линий связи и радиофикации, подверженных влиянию электрифицированных железных дорог переменного тока напряжением 25 кВ, производится по наряду и не менее чем двумя лицами, имеющими не ниже третьей квалификационной группы по электробезопасности. Устранение повреждений допускается по устному или телефонному распоряжению с обязательной записью в журнале. Работы на опорах ВВЛС могут проводиться только после заземления всех проводов (при траверсном профиле провода, расположенные по другую сторону опоры, могут не заземляться). Заземление производится через дренажные катушки при помощи заземляющих штанг. При работе

на заземлённых проводах необходимо пользоваться инструментом с изолирующими ручками. Работы по подвеске и регулировке проводов и измерительные работы производятся в диэлектрических перчатках.

Защитные устройства от опасных влияний

Для защиты линий связи от опасных влияний применяются защитные устройства как на влияющих ЛЭП (или электрифицированных железных дорогах), так и на подверженных влиянию линиях связи. Эти защитные устройства предусматриваются при проектировании новых линий связи и при эксплуатации действующих линий связи, вблизи которых сооружаются ЛЭП или электрифицированные железные дороги.

В зависимости от вида основного влияния (магнитного или электрического), типа линии и экономических соображений на линиях связи могут применяться следующие устройства защиты: относ (перетрассировка) линий связи, каблирование воздушных линий связи, установка разрядников и включение дренажных катушек, включение разделительных трансформаторов, экранирование и др.

1. Относ линий связи от влияющих линий на расстояние, при котором наведённые напряжения устраняются или становятся меньше допустимых значений — основная и наиболее надёжная защита от электромагнитных влияний. Минимальное расстояние, на которое следует отнести линию связи от влияющей линии, называется критическим. Оно зависит от типа влияющей линии и от характера опасных влияний. Критическое расстояние между влияющей и подверженной электрическому влиянию линиями можно определить по формуле

$$a_{\text{кр}} = \sqrt{\frac{12 U_{\text{л}}}{U_{\text{доп}}} - 100},$$

где $U_{\text{л}}$ — рабочее напряжение влияющей линии,

$U_{\text{доп}}$ — допустимая величина индуцируемого напряжения.

Критические расстояния для различных наиболее часто встречающихся в практике типов линий связи даны в Правилах строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей [Л16], которыми можно руководствоваться при выборе трассы линии связи.

Если относ линии связи технически затруднён или требует очень больших затрат, применяют другие устройства защиты.

2. Каблирование воздушных линий связи — весьма эффективный способ защиты от электромагнитных влияний. Цепи подземных кабелей полностью защищены от электрического влияния, а металлические оболочки кабелей снижают магнитное влияние. Защитное действие металлических оболочек кабеля основано на

том, что возникающий в них продольный ток индуцирует в жилах кабеля продольную эдс, которая компенсирует эдс, индуцируемую влияющим током ЛЭП. Чем больше ток в оболочке кабеля, тем выше его компенсирующее (экранирующее) действие.

3. Разрядники (бариевые) широко применяются для защиты обслуживающего персонала и аппаратуры связи от опасности появления больших потенциалов на подверженных влиянию проводах связи при аварийных режимах ЛЭП и электрифицированных железных дорог, а также от ударов молний в линию связи. Разрядники (рис. 48) включаются между проводами связи и землёй

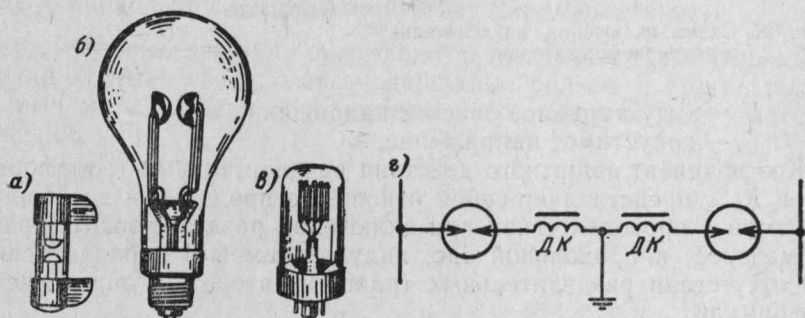


Рис. 48. Разрядники и схема их включения с дренажной катушкой:
а) разрядник типа Р-350, б) разрядник типа РБ-280, в) разрядник типа ЗРБ-350, г) схема включения разрядников

и в нормальных условиях не влияют на работу аппаратуры и линий связи. Но при появлении в проводах связи волны напряжения с амплитудой выше напряжения срабатывания разрядника происходит пробой искрового промежутка, и линия заземляется. В результате снижается напряжение в проводах связи относительно земли.

При срабатывании разрядников вследствие различия в их характеристиках возникают помехи, которые вносят искажения в работу аппаратуры связи. Для устранения этих помех разрядники включаются вместе с дренажной катушкой, которая состоит из двух полуобмоток, соединённых последовательно и намотанных на общий ферромагнитный сердечник. Дренажная катушка (ДК) включается между проводами связи, а средняя точка заземляется (рис. 48). При этом ДК сама по себе (без разрядников) снижает потенциал, индуцируемый на проводах связи магнитным влиянием, и снимает напряжение, возникающее на проводах связи за счёт электрического влияния.

4. Разделительные трансформаторы с коэффициентом трансформации 1:1, включённые в двухпроводную цепь связи (рис. 49), уменьшают длину гальванически неразделённого участ-

ка, так как продольная эдс не передаётся через трансформатор. Это приводит к уменьшению опасного напряжения, возникающего в линии от магнитного влияния, и уменьшает величину тока, протекающего через тело человека, который прикоснулся к проводам

связи, подверженным электрическому влиянию. Количество разделительных трансформаторов, которые необходимо равномерно включать на защищаемом участке, определяется по формуле

$$n = \frac{U - U_{\text{доп}}}{U_{\text{доп}}},$$

Рис. 49. Схема включения разделительных трансформаторов

где U — индуцируемое опасное напряжение, в,
 $U_{\text{доп}}$ — допустимое напряжение, в.

Коэффициент защитного действия разделительных трансформаторов $K_{\text{р.т.}}$ представляет собой отношение продольной эдс, индуцируемой в проводах связи при включении разделительных трансформаторов, к продольной эдс, индуцируемой в проводах связи при отсутствии разделительных трансформаторов, и определяется по формуле

$$K_{\text{р.т.}} = \frac{1}{n_{\text{р.т.}} + 1}.$$

Однако при включении разделительных трансформаторов невозможно измерить цепь постоянным током и осуществить дистанционное питание по схеме «провод—провод». Это в некоторых слу-

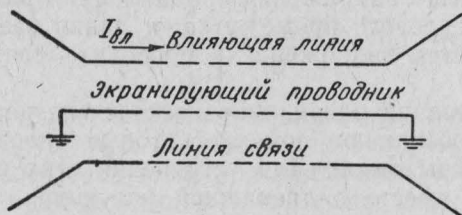


Рис. 50. Схема экранирования

чаях исключает возможность использования разделительных трансформаторов в качестве защитных устройств от электромагнитных влияний.

5. Экранирование цепи связи заключается в том, что вблизи защищаемой или влияющей линии параллельно прокладывается протяжённый проводник (металлический трос), заземлённый на

обоих концах (рис. 50). В проводнике появляется продольный ток, электромагнитное поле которого создаёт компенсирующую эдс в проводах связи, подверженных влиянию. Это уменьшает опасное влияние ЛЭП или электрифицированных железных дорог на провода связи. Экранирующее действие тросов оценивается коэффициентом экранирования $K_{\text{эк}}$, который равен:

$$K_{\text{эк}} = \frac{E_a}{E_0},$$

где E_a — продольная эдс при наличии экранирования,
 E_0 — продольная эдс при отсутствии экранирования.

Экранирующее действие оказывают заземлённые трубопроводы, оболочки кабелей связи, железнодорожные рельсы и другие протяжённые металлические сооружения, находящиеся на участке сближения.



Меры безопасности при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования установок связи

§ 17. Работа на воздушных линиях связи и радиотрансляционных сетях

Обходы и осмотры

В процессе эксплуатации воздушных линий связи и радиофикации эти линии регулярно осматриваются. Если обходчик обнаружит оборванный провод линии радиофикации, то он может устранить повреждение только в случае отсутствия напряжения в оборванном проводе, что проверяется индикатором. При наличии на проводе напряжения необходимо принять меры, исключающие возможность прикосновения людей к этому проводу (выставить охрану из местных жителей, вывесить плакат), и сообщить об обрыве руководителю предприятия связи. Затем, вернувшись к месту обрыва, дожидаться прибытия специальной бригады для устранения повреждения.

Большую опасность для обслуживающего персонала (и посторонних людей) представляет соприкосновение оборванных проводов связи и линий электропередач. При обнаружении таких повреждений необходимо принять меры, исключающие возможность прикосновения людей к оборванным проводам, и немедленно сообщить об этом администрации предприятия, которому принадлежит линия электропередачи. Повреждения в линии связи можно исправлять только после того, как провод связи будет удалён от линии электропередачи. Следует учитывать, что при обнаружении

оборванного или лежащего на земле провода электропередачи к нему нельзя приближаться на расстояние 5—8 м, так как вблизи упавшего провода возможны опасные шаговые напряжения.

Работа на линиях связи

Провода связи и радиофикации натягивают и регулируют в местах пересечения с контактными проводами трамваев и троллейбусов только после снятия напряжения и заземления контактных проводов в местах производства работ. При ведении таких же работ в местах пересечения проводов связи и радиофикации с высоковольтными линиями электропередач напряжение тоже должно быть снято. При напряжении высоковольтных линий до 1000 в разрешается, в исключительных случаях, работать без снятия напряжения, но обязательно в проверенных диэлектрических перчатках, галошах и при помощи инструмента с диэлектрическими ручками. Перетягиваемый провод связи должен быть заземлён. Провода связи и радиотрансляционных сетей перетягивают через линии электропередач, трамвайные и троллейбусные провода при помощи сухих верёвок, протянутых через блоки, укреплённые на переходных опорах. Перетягиваемый провод привязывают к верёвочной петле и медленно перетягивают через пролёт от одной опоры к другой (рис. 51). При натягивании и регулировке проводов

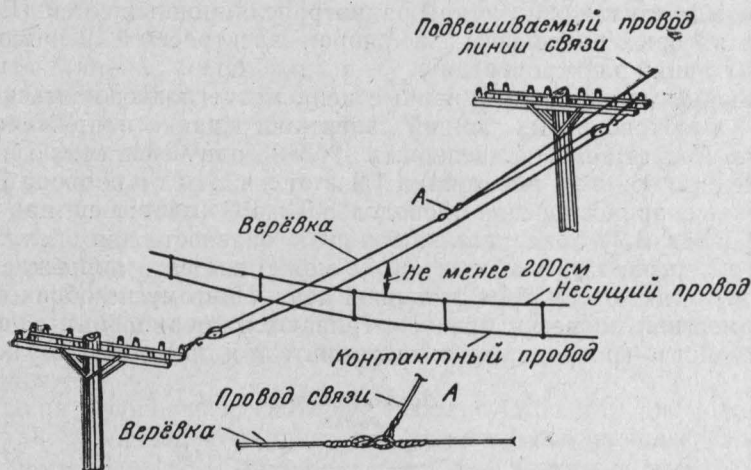


Рис. 51. Перетягивание проводов связи над линией высокого напряжения

связи, проходящих под линией электропередач, необходимо устранить возможность касания (захлестывания) провода связи высоковольтной линией. Для этого через провод связи перекидывают с обеих сторон пересекаемой линии верёвки, концы которых привя-

зывают к кольям, вбитым в землю (рис. 52). Длина вдвое сложенной верёвки должна быть равна расстоянию от земли до низшей точки натягиваемого провода после его укрепления.

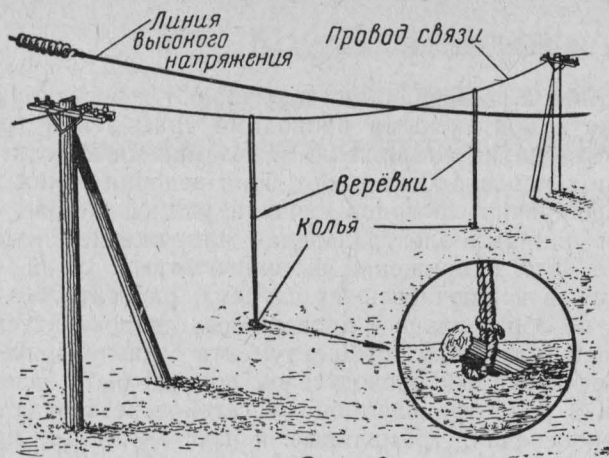


Рис. 52. Натягивание проводов связи под линией высокого напряжения

Особые меры безопасности необходимо соблюдать при строительстве и обслуживании линий радиотрансляционных сетей (РС), провода которых подвешены на опорах электросетей и высоковольтных линий электропередач.

Фидерные радиотрансляционные цепи могут подвешиваться на опорах высоковольтных линий электропередач напряжением до 10 кв. Разрешается подвешивать только одну фидерную цепь напряжением 960 в на расстоянии 1,2 м от нижнего провода ВЛ. Случайное соприкосновение проводов ВЛ и РС (например, при обрыве провода ВЛ) представляет большую опасность для обслуживающего персонала (и абонентов) и может вызвать повреждение аппаратуры, включённой на фидерной цепи. Поэтому на обоих концах совместной подвески предусматриваются специальные защитные устройства (разрядники, предохранители и др.) (рис. 53), кото-

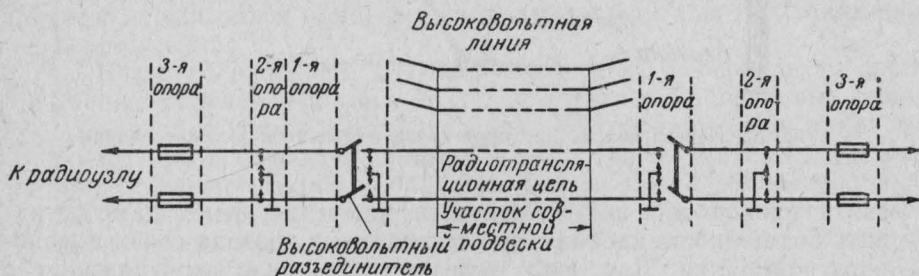


Рис. 53. Схема защиты на фидерных цепях, подвешенных на опорах ВЛ

рые обеспечивают немедленное заземление или отключение цепи радиофикации при случайном соприкосновении проводов ВЛ и РС.

Работа на линии радиофикации за пределами участка совместной подвески допускается только после отключения фидерной цепи на участке совместной подвески высоковольтными разъединителями (рис. 54). Эти разъединители устанавливаются на первой опоре линии РС до и после участка совместной подвески. Разъединители приводятся в действие при помощи ручного привода, который должен быть установлен на такой высоте, чтобы фидерную цепь можно было отключить без подъема на опору. При этом следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

Все работы на участке совместной подвески, а также на опорах, где установлены разъединители и разрядники, могут производиться только после снятия напряжения с обеих линий (ВЛ и РС).

На линиях радиотрансляционных сетей, подвешенных совместно с линиями электросетей, напряжением 380/220 в работы могут производиться без снятия напряжения. Перед началом работы на радиотрансляционных проводах необходимо убедиться при помощи индикатора, что на проводах отсутствует напряжение электросети. Если такое напряжение обнаружено, то устранять самим повреждения в электросети или работать на линии радиофикации до исправления повреждения не разрешается.

Цели линий связи, которые используются для дистанционного питания усилительных пунктов и радиотрансляционных узлов, могут быть подвешены на любом месте как при крюковом, так и при траверсном профилях. Капитальный и текущий ремонт этих линий, а также цепей, расположенных выше и по одну сторону с цепями дистанционного питания, производится только при снятом напряжении. Дистанционное питание на питающем пункте выключается рубильником. Кроме того, для предупреждения возможности ошибочного включения напряжения на плате дистанционного питания должны быть сняты предохранители и вывешены плакаты, предупреждающие о работе на линии.

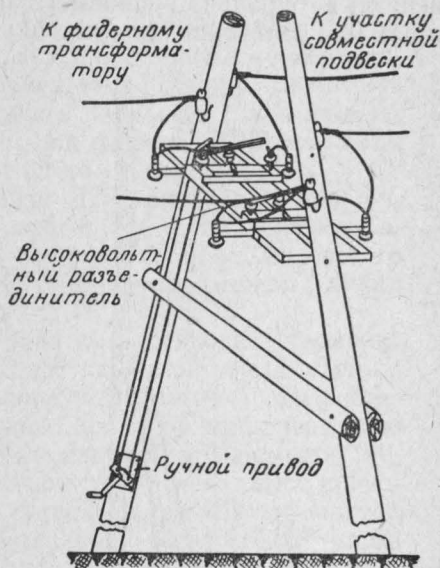


Рис. 54. Расположение и включение высоковольтных разъединителей на опоре

Установка и замена опор

Весьма ответственными в отношении техники безопасности являются работы по установке и замене опор.

Средства механизации значительно облегчают труд и повышают его производительность. Для бурения ям и установки опор применяются бурильно-крановые машины, смонтированные на тракторах или автомашинах (рис. 55). Перед началом работы по установке опор необходимо осмотреть машину, убедиться в отсутствии посторонних предметов на её вращающихся деталях (шарнирах, карданном вале, буре и т. д.), проверить все крепления и наличие соответствующих ограждений. Особое внимание должно быть обращено на состояние троса и на целостность отдельных проволок в его прядях. При обрыве более 10% проволок трос должен быть заменён новым.

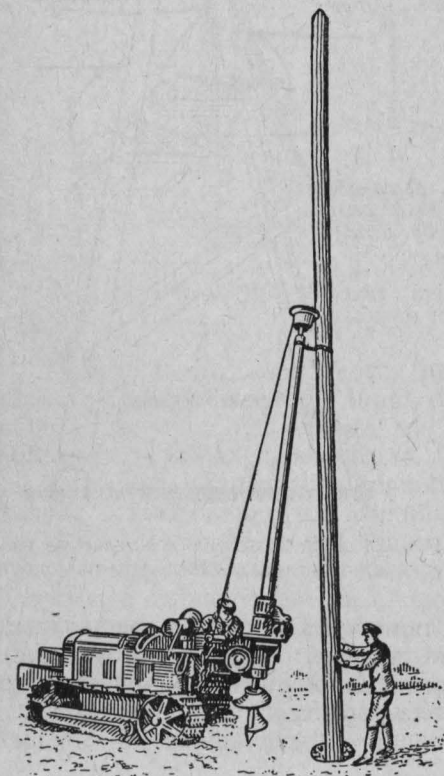


Рис. 55. Установка опор бурстолбоставом

Перед началом бурения и установки столба машина должна быть поставлена на тормоза. При работе с бурильно-крановыми и другими аналогичными машинами вблизи ЛЭП возникает опасность непосредственного прикосновения стрелой крана к проводам ЛЭП, что может привести к тяжёлому поражению работников электрическим током.

Согласно правилам охраны высоковольтных линий электропередач вдоль этих линий в ненаселённой местности установлены охранные зоны, которые определяются параллель-

ными линиями, отстоящими от крайних проводов ЛЭП на расстояниях: 10 м — при напряжении ЛЭП до 20 кВ; 15 м — при напряжении ЛЭП до 35 кВ; 20 м — при напряжении ЛЭП до 110 кВ.

В пределах охранных зон не допускается строительство линий связи, производство монтажных, строительных и земляных работ без согласования с организацией, эксплуатирующей высоковольтную линию.

Работа стреловых кранов и других машин непосредственно под проводами действующих ЛЭП любого напряжения запрещается. Вблизи линий электропередачи допускается работа стреловых кранов при условии, если между крайней точкой механизма (или груза) при наибольшем вылете стрелы и ближайшим проводом ЛЭП сохраняется по горизонтали расстояние не менее: 1,5 м — при напряжении ЛЭП до 1 кВ; 2,0 м — при напряжении ЛЭП от 1 до 20 кВ; 4,0 м — при напряжении ЛЭП от 35 до 110 кВ.

При перемещении стреловых кранов и других строительных машин под проводами действующих ЛЭП расстояние по вертикали между самой верхней точкой перемещаемой машины и нижней точкой провисания провода должно быть не менее: 1 м — при напряжении ЛЭП до 1 кВ; 2 м — при напряжении ЛЭП от 1 до 20 кВ; 3 м — при напряжении ЛЭП от 35 до 110 кВ.

Работы строительных машин вблизи ЛЭП проводятся под руководством инженерно-технического работника. Если условия работы стреловых кранов вблизи ЛЭП не могут быть соблюдены, то на время работы и перемещения этих машин напряжение с линии электропередачи должно быть снято.

Для безопасности и облегчения труда при установке (замене) отдельных опор могут применяться средства малой механизации: ручные бурфрезы, лебёдки, ковши-лопаты и другие приспособления. Например, при отсутствии бурильно-крановой машины новую опору можно устанавливать рядом с заменяемой при помощи лебёдки. Для этого лебёдку укрепляют хомутом (3—4 витка проволоки диаметром не менее 4 мм) на старой опоре. Затем монтажёр влезает на опору и закрепляет на её верхней части блок, через



Рис. 56. Рытьё ям при помощи ковша-лопаты

который пропускает трос от лебёдки. После этого выкапывают при помощи ковша-лопаты яму цилиндрической формы (рис. 56). Свободный конец троса прикрепляют к вершине новой опоры, и при помощи лебёдки поднимают опору в вертикальное положение (рис. 57) и опускают её в яму. При подъёме (и опускании) опоры второй рабочий поддерживает опору багром, при этом он должен стоять в стороне от неё, чтобы в случае обрыва троса не по-

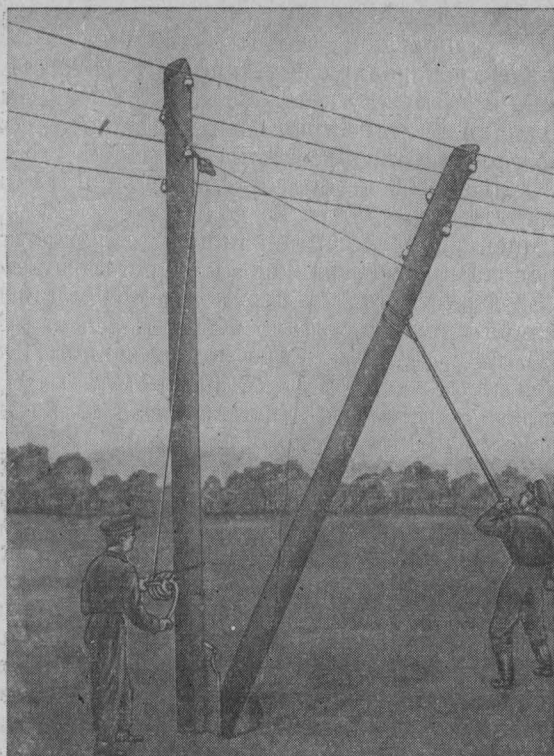


Рис. 57. Установка опор:
при помощи ручной лебёдки и старой опоры
(вверху), вручную (внизу)

пасть под падающую опору. Вес поднимаемого столба не должен превышать грузоподъёмности лебёдки. Стопорная собачка при подъёме столба должна быть введена в действие. Перед началом работы необходимо тщательно проверить исправность лебёдки, троса, стопорного механизма и надёжность всех креплений. На установленную и укрепленную опору переносят лебёдку, при помощи которой извлекается старая опора. Указанным способом опора заменяется двумя-тремя рабочими. Необходимое количество рабочих для переноски и установки опор вручную определяется в зависимости от длины и веса столба. Например, для установки столбов длиной 8,5 м требуется шесть рабочих, а для столбов длиной 10,5 м — восемь рабочих. Если столбы пропитаны креозотом, количество рабочих увеличивается на одного человека. При подъёме столбов рабочие поддерживают их баграми и рогами так, чтобы концы шестов не упирались в грудь или живот рабочего (рис. 57). Во время подъёма или опускания столба нельзя находиться в яме или стоять под опорой. После того как столб опущен в яму, её следует немедленно засыпать, а землю плотно утрамбовать. Железобетонные опоры нельзя устанавливать ручным способом без применения механизмов.

Работа на опорах

Перед началом ремонтных работ, связанных с необходимостью подъёма на опоры, проверяют надёжность и прочность опор на ремонтируемом участке. Не разрешается влезать на ненадёжные опоры до их укрепления баграми, рогами или временными оттяжками.

При контрольном осмотре, который проводится ежегодно (весной), проверяется степень прочности и глубина загнивания опор при помощи универсального шупа, представляющего собой двусторонний молоток (с топориком). В конец рукоятки молотка ввёртывается либо лопатка для откапывания грунта, либо игла для проколов древесины (рис. 58). По характеру звука при простукивании опоры определяют степень её загнивания: здоровая древесина при простукивании издаёт звонкий звук, а гнилая древесина — глухой. Для определения глубины загнивания столба делают несколько уколов (не менее чем в трёх точках по окружности) и затем определяют среднюю глубину загнивания опоры. По результатам таких измерений устанавливают необходимость замены опоры или укрепления её приставкой, согласно табл. 9.1, приведённой в Правилах строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей, ч. I. Связьиздат, 1961, стр. 203.

Все работы на опоре, независимо от высоты подъёма, проводятся при помощи когтей и предохранительного пояса, исправность которых проверяют перед подъёмом на опору. При подъёме на опору нельзя брать с собой провода, траверсы и другую тяжёлую арматуру. Перед началом работы на опоре необходимо на-

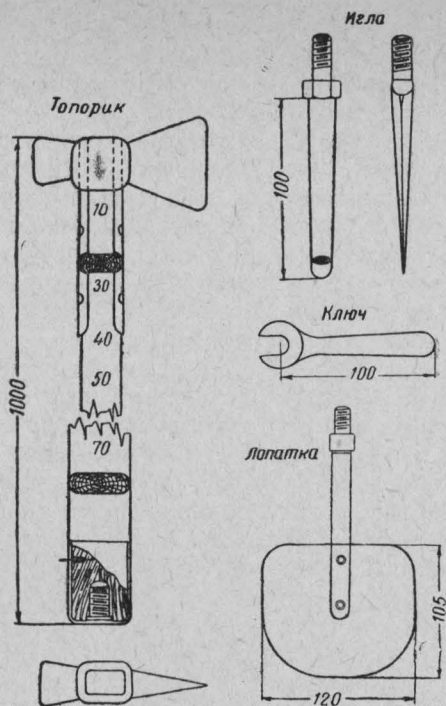


Рис. 58. Универсальный шуп для контроля опор

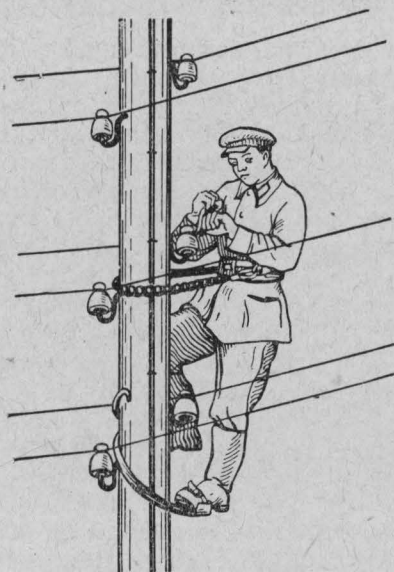


Рис. 59. Работа на опоре

дёжно прикрепиться к ней цепью предохранительного пояса, укрепить когти в устойчивом положении (рис. 59) и после этого поднимать провода и арматуру при помощи верёвки. На угловой опоре необходимо работать с внешней стороны угла, образованного проводами.

Не разрешается откапывать или выправлять опору, на которой находится рабочий.

Обслуживание стоечных линий

Устройство и обслуживание стоечных линий связано с работой на крышах зданий. Для безопасности таких работ на крутых (с уклоном более 30°) и неограждённых крышах, а также на скользких крышах (покрытых шифером, дранкой и т. п.), вблизи стоек устраивают люки и рабочие площадки размером $1 \times 0,6$ м (рис. 60). На

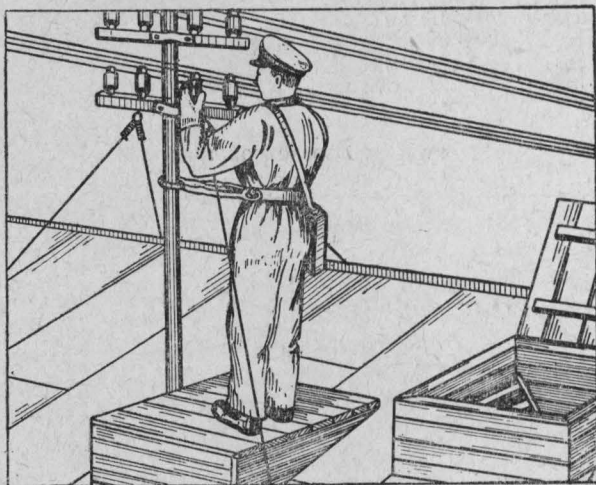


Рис. 60. Рабочая площадка

покатых и неограждённых крышах вместо люка можно применять подвеску предохранительного троса от слухового окна до стойки. На скользких крышах необходимо прокладывать переходные трапы, обеспечивающие безопасное передвижение от слухового окна до стойки (рис. 61).

Выходить на крышу следует через чердак и люк, а при отсутствии люка — через слуховое окно, закрепив предварительно карабин предохранительного пояса за трос (рис. 62).

На крыши зданий, имеющих не более двух этажей, можно подниматься по исправной пожарной лестнице. Перед началом работ на стойке необходимо закрепиться за неё цепью предохранительного пояса. Стойки устанавливают не менее чем два работника,

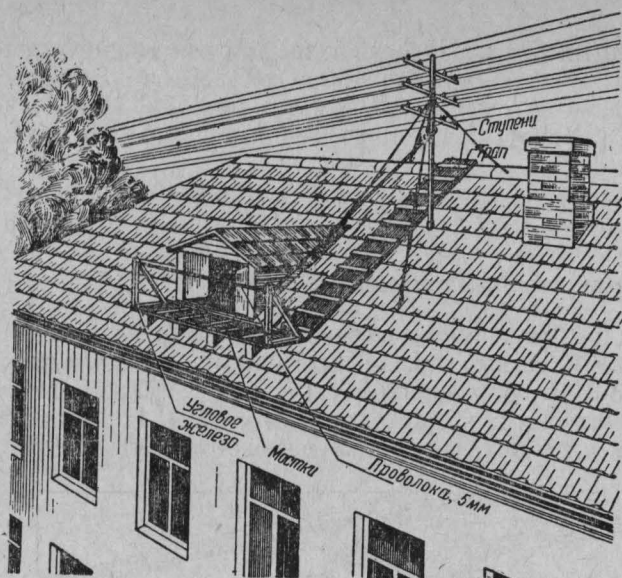


Рис. 61. Переходной трап

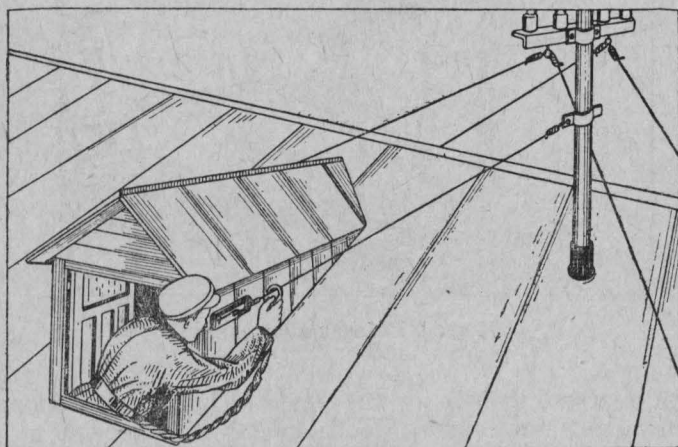


Рис. 62. Выход на крышу через слуховое окно

при этом работающий на крыше должен привязаться верёвкой к стропилам, по мере его продвижения по крыше второй работник, находящийся на чердаке, должен вытравлять верёвку так, чтобы она была слегка натянута.

При подвеске проводов между стойками, установленными на разных зданиях, провода или верёвки нельзя перебрасывать с

одной крыши на другую, так как при этом рабочий может упасть. Необходимо конец провода опустить на землю, а с крыши другого здания опустить конец верёвки, к которой привязать этот провод. Затем провод перетягивают на другую крышу и закрепляют его на стойке (рис. 63).

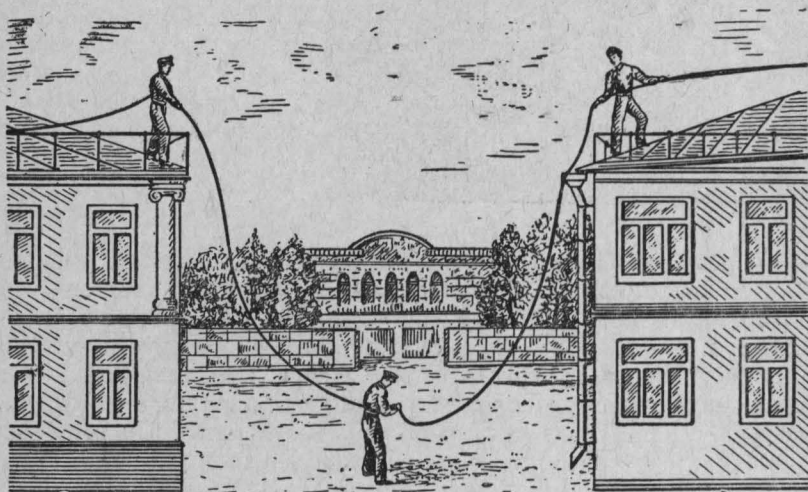


Рис. 63. Натягивание проводов между домами

При натяжке и регулировке проводов натяжные блоки укрепляют только за трубу стойки, нельзя крепить их к ограждению крыши, дымовым или вентиляционным трубам.

Если провод перетягивают через улицу, необходимо установить предупредительные знаки и сторожевые посты. На время подъема провода движение транспорта должно быть остановлено.

Термитная сварка проводов

Провода в пролётах между опорами, как правило, сваривают на земле или с телескопической вышки. В исключительных случаях, на линиях с числом проводов более двух, подвешенных не выше 8,5 м, сварка может производиться с лестницы. При этом необходимо предварительно проверить прочность лестницы. Ступеньки лестницы должны быть прочно вставлены в выдолбленные в брусках (тетивах) отверстия. Бруска через каждые 2 м должны быть скреплены стяжными болтами. Верхние части брусков снабжаются металлическими крючками, при помощи которых захватывается один из проводов воздушной линии, а нижние концы брусков — острыми металлическими упорами, чтобы лестница не скользила. Приставлять лестницы можно только к стальным проводам диа-



Рис. 64. Термитная сварка проводов с лестницы

метром не менее 4 мм. При работе на лестнице необходимо верхний её конец привязать к исправному проводу и закрепить цепь предохранительного пояса за наиболее прочный провод (рис. 64).

Если в пролётах имеются опоры, которые следует заменить, то сваривать провода можно только после укрепления этих опор. Сварка проводов производится в защитных очках с тёмными стёклами или с защитным приспособлением, укреплённым на сварочных клещах; при этом сварщик должен находиться от свариваемого провода на расстоянии не менее 0,5 м. Во время термитной сварки нельзя находиться под проводами в местах сварки. Несгоревшую термитную спичку следует класть в специальное корытце, подвешенное около сварщика к одному из целых проводов. Сгоревший патрон после термитной сварки нужно сбивать с провода в направлении от себя и только после его полного остывания (потемнения). Температура горящего патрона доходит до 2000—2500°C, поэтому прикосновение рукой к неостывшему патрону может вызвать тяжёлый ожог. Особые меры предосторожности следует проявлять при перевозке и перекладке ящиков с термопатронами. Термитные спички необходимо хранить отдельно от патронов, каждая спичка должна быть обернута бумагой и аккуратно уложена в коробку.

Работа с антисептиками

Для удлинения срока службы деревянных опор и мачт их пропитывают антисептиками — креозотовым маслом, фтористым натрием и другими веществами, замедляющими процесс гниения древесины. Попадание этих веществ на тело человека вызывает сильное раздражение и заболевание кожи. Проникновение антисептиков и их паров даже в незначительном количестве в организм человека вызывает тяжёлое отравление. Поэтому при работе с антисептиками (подогревание, пропитка опор, приготовление пасты и транс-

портировка) необходимо соблюдать большую осторожность, пользоваться спецодеждой, очками, не касаться лица рукавицами, а после работы тщательно вымыть руки, лицо и прополоскать рот.

Для защиты кожи от вредного действия масляных антисептиков можно пользоваться специальной пастой ХИОТ-6. Паста наносится тонким слоем и слегка растирается на коже, а по окончании работы смывается водой с мылом. Запрещается применять для смазывания кожи вазелин и другие мази, приготовленные на вазелине.

При попадании антисептика на кожу нужно немедленно вытереть и потом вымыть поражённое место тёплой водой с мылом.

§ 18. Работы на кабельных линиях

Рытьё траншей и котлованов

Траншеи и котлованы в местах, где проложены кабели и другие подземные сооружения, роют с большой осторожностью. Удар инструментом (ломом, киркой, отбойным молотком) в подземный кабель или газопровод может их повредить, вызвать поражение электрическим током и другие несчастные случаи. Поэтому земляные работы в непосредственной близости от действующих кабелей и газопроводов проводятся под наблюдением руководителя работ (или мастера) и представителей организаций, эксплуатирующих эти кабели и газопроводы. Если до подземных сооружений остаётся менее 0,4 м, то траншеи роют только лопатой без использования ударных инструментов. В зимних условиях грунт отогревается, при этом открытый огонь можно применять только при отсутствии опасности поступления газа к месту работы. В случае такой опасности для отогрева грунта применяется паропрогрев, горячий песок и т. п.

Во время земляных работ могут быть обнаружены неизвестные кабели, трубопроводы и т. п. В этом случае работы прекращают до выяснения характера этих сооружений и согласования дальнейшего выполнения работ с владельцами обнаруженных сооружений. Перемещение, подвеска электрокабелей и другие работы с ними производятся в диэлектрических перчатках и галошах. Работать с электрокабелями напряжением свыше 380 в можно только после снятия с них напряжения и разрядки на землю.

При рытьё траншей и котлованов руководитель работ обязан вести наблюдение за состоянием откосов и принимать необходимые меры для предотвращения самопроизвольных обвалов. При появлении в котлованах или траншеях газа работы в них должны быть прекращены, а люди выведены из опасной зоны.

Ремонтно-монтажные работы

Ремонтные работы на фидерных кабелях радиофикации напряжением до 240 в производятся без снятия напряжения, но с обязательным применением защитных средств: диэлектрических перчаток, галош и инструментов с изолирующими ручками. При этом необходимо устранить возможность случайного касания голых жил кабеля телом или одеждой работающего.

Ремонтные работы на фидерных кабелях напряжением более 240 в и монтажно-измерительные работы на кабелях, по которым передаётся дистанционное питание, производятся не менее чем двумя работниками и только при снятом напряжении. При этом



Рис. 65. Резка кабеля

должны быть приняты меры, исключающие возможность случайной подачи напряжения на ремонтируемый кабель.

При резке кабеля и вскрытии муфт необходимо присутствие руководителя или бригадира. Предварительно при помощи кабелеискателя надо убедиться, что снято напряжение с того кабеля, на котором должны проводиться работы. При выполнении этих работ следует пользоваться диэлектрическими перчатками, предохранительными очками, надевать диэлектрические галоши или стоять на изолирующем основании (сухих досках, резиновом коврик). Металлическая часть ножовки должна быть заземлена гиб-

ким изолированным проводом сечением 6—10 мм², присоединённым к забитому в землю стержню (рис. 65).

Вскрыв кабель, необходимо при помощи индикатора убедиться в отсутствии напряжения на жилах кабеля, после заземления жил можно вести работы без диэлектрических перчаток. Если вблизи места работ расположены другие кабели, с которых не снято напряжение, то необходимо об этом предупредить всех работающих.

Работа в кабельных колодцах

В кабельных колодцах, коробах и других подземных смотровых устройствах могут скапливаться ядовитые и взрывоопасные газы (светильный газ, метан), а также углекислый газ. Эти газы не имеют цвета и запаха, поэтому без приборов их нельзя обнаружить. При скоплении они могут вызвать отравление или удушье спустившихся в колодец работников. При концентрации в воздухе метана или светильного газа в пределах от 5 до 15% смесь ста-

новится взрывоопасной и может взорваться от искры, возникшей при ударе металла о металл, от горящей папиросы и т. п.

Поэтому крышку колодца следует открывать осторожно, не допуская ударов металлическими предметами и приближения людей с огнём.



Рис. 66. Проверка отсутствия газов в кабельном колодце

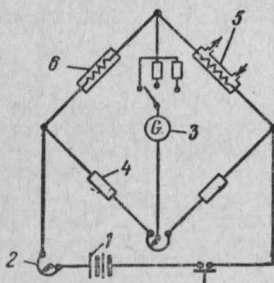


Рис. 67. Общий вид и схема газоанализатора ПГФ:

1 — батарея, 2 — рукоятки управления, 3 — гальванометр, 4 — сопротивление, 5 — измерительная камера со спиралью, 6 — сравнительная камера

Перед спуском людей в колодец необходимо при помощи газоанализатора типа ПГФ убедиться в отсутствии там газа (рис. 66). Действие прибора (рис. 67) основано на том, что на раскалённой электрическим током платиновой спирали, помещённой в измерительной камере прибора, производится каталитическое сжигание некоторого количества смеси воздуха с газом, взятой из колодца. Измерительная камера наполняется этой смесью

при помощи поршневого насоса, смонтированного в самом приборе. Источник питания прибора — батарея карманного фонаря. После сгорания смеси в результате нагрева изменяется сопротивление платиновой спирали, составляющей плечо измерительного моста, что вызывает нарушение равновесия моста и, следовательно, отклонение стрелки гальванометра. Однако углекислый газ (CO_2) этим газоанализатором не обнаруживается. Поэтому, убедившись при помощи газоанализатора, что в колодце отсутствуют горючие газы (метан, светильный газ), необходимо убедиться в отсутствии углекислого газа. Для этого на дно колодца опускают в ведре горящую свечу или зажжённую паяльную лампу, которые гаснут при наличии углекислого газа. Категорически запрещается опускать в колодец горящие предметы до проверки его газоанализатором, так как это может привести к взрыву.

При обнаружении газа в колодце его необходимо тщательно провентилировать и затем произвести повторную проверку. Если и после вентиляции обнаружится присутствие газа, то работать в колодце запрещается до тех пор, пока специальная аварийная служба газовой сети не устранит причины поступления газа в колодец. При работах в загазированном колодце (аварийные случаи) работник должен пользоваться изолирующим противогазом (шланговым прибором). На работнике, опускающемся в колодец, должен быть надет предохранительный пояс с ляжками и с прикреплённой к ним верёвкой.

Колодцы и другие подземные кабельные устройства вентилируются при помощи приводных или ручных вентиляторов (рис. 68). Опущенный в колодец шланг не должен достигать до пола на 20—25 см. Нельзя ограничиваться одной естественной вентиляцией, возникающей при открытой крышке колодца.

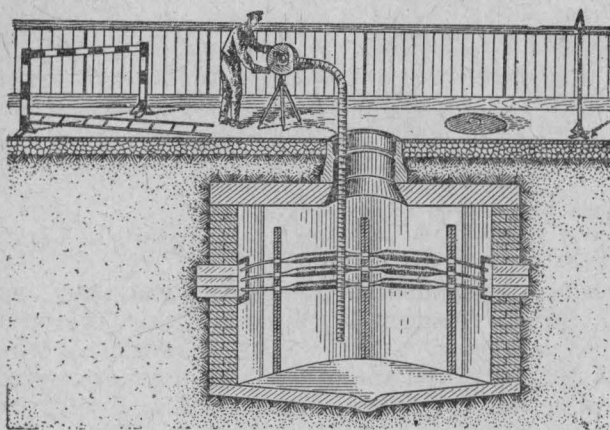


Рис. 68. Вентилирование колодца

§ 19. Обслуживание антенно-мачтовых сооружений

К работам на антенно-мачтовых сооружениях допускаются лица (мачтовики, лебёдчики), прошедшие специальное обучение и выдержавшие испытание при проверке знаний.

На антенно-мачтовых устройствах можно работать только при снятом напряжении, при этом на разъединителях ввода в техническое здание (или антенном коммутаторе) следует вывешивать предупредительный плакат.

Для безопасности подъёма людей радиомачты оборудуются лестницами с предохранительными решётками. На лестнице через каждые 20 м должны быть ограждённые площадки для отдыха верхолазов. При отсутствии таких лестниц людей на радиомачты поднимают в люльках при помощи лебёдок с ручным или электрическим приводом.

Лебёдки с ручным приводом должны иметь ленточный тормоз и безопасную рукоятку, позволяющую производить плавный спуск, а лебёдки с электрическим приводом — автоматически действующие тормоза и концевые выключатели, обеспечивающие выключение тока при приближении люльки к вершине мачты.

Для подъёмных устройств применяют стальные канаты с запасом прочности $K=16$. При подборе канатов для подъёма людей на высокие мачты необходимо предусмотреть, чтобы вес ветви каната, опускающейся к лебёдке, был меньше общего веса люльки с грузом и ветви каната, поднимающейся к вершине мачты. В противном случае, при определённом положении люльки, когда длина и, следовательно, вес поднимающейся ветви каната значительно уменьшатся, подъём люльки может начаться самопроизвольно под влиянием силы тяжести спускающейся ветви каната, что может привести к несчастному случаю.

Чтобы лебёдка не опрокидывалась и не сдвигалась в горизонтальном направлении, её следует прочно установить на раме и укрепить при помощи анкера (рис. 69а) или якоря (рис. 69б).

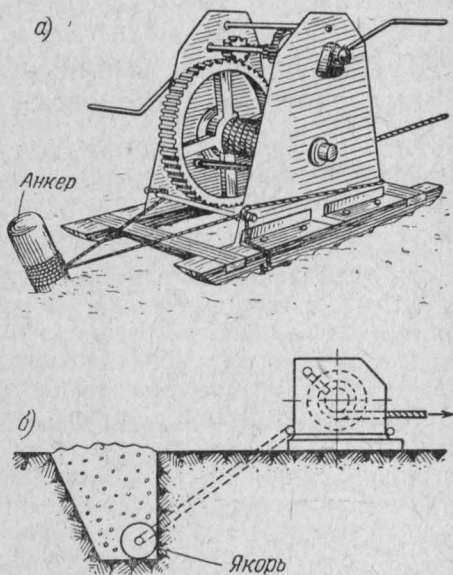


Рис. 69. Крепление лебёдок:
а) при помощи анкера, б) при помощи якоря

Лебёдку устанавливают от мачты на расстоянии не менее $\frac{1}{3}$ её высоты. Это обеспечивает безопасность людей, обслуживающих лебёдку, при случайных падениях предметов из люльки.

Устройства для подъёма людей на мачты испытывают не реже одного раза в год. Статическое испытание проводится путём подвешивания к люлке в её нижнем положении груза, вдвое превышающего рабочий груз, а динамическое испытание — посредством двукратного подъёма на всю рабочую высоту груза, на 10% превышающего предельный рабочий груз. Перед каждым подъёмом людей на мачту лебёдки, канаты и чалочные приспособления должны быть тщательно осмотрены.

§ 20. Обслуживание выпрямителей и аккумуляторных установок

Выпрямители

При эксплуатации и ремонте высоковольтных выпрямителей источником опасности является электрический ток. При эксплуатации ртутных выпрямителей возникает также опасность отравления парами ртути. Поэтому управлять выпрямительной аппаратурой следует без захода обслуживающего персонала за ограждение или внутрь каркасов действующей аппаратуры.

Профилактические осмотры выпрямителя и ремонтно-монтажные работы на нём производятся только при полном снятии напряжения, при этом на стороне переменного тока должны быть отключены выключатель, шинный и линейный разъединители в цепи питающего трансформатора, а на стороне выпрямленного тока — быстродействующий выключатель и разъединители.

В установках, где два выпрямителя составляют рабочий агрегат, ремонт или монтаж одного из них может производиться и в том случае, если другой выпрямитель находится под напряжением. При этом между выпрямителями устанавливается переносное ограждение, исключающее возможность прикосновения работающих к оборудованию выпрямителя, находящегося под напряжением.

В помещении, где установлены ртутные выпрямители, должна быть обеспечена надёжная вентиляция. В целях борьбы с ртутными парами в машинном зале и в подсобных помещениях, где возможно длительное пребывание людей, анализы воздуха производятся не реже одного раза в 6 месяцев. Все работы по ремонту деталей, соприкасающихся с ртутью, выполняются на специальном столе с бортами, покрытом линолеумом или клеёнкой без шва; работать необходимо в халате и тонких резиновых перчатках.

Аккумуляторные установки

К устройству и обслуживанию аккумуляторных установок в части охраны труда и пожарной профилактики предъявляются особо жёсткие требования. Все виды работ с кислотой, щёлочью и электролитом должны выполнять специально обученные работники обязательно в защитных очках, резиновых фартуках и перчатках.

Стационарные аккумуляторные установки располагают в специальных огнестойких помещениях. Вход в помещение должен иметь тамбур с двумя дверями, открывающимися наружу. Пол в аккумуляторной должен быть выложен кислотоупорными плитками (метлахскими) или иметь бетонное основание, покрытое слоем асфальта толщиной не менее 30 мм. Высота помещения должна быть не менее 2400 мм, считая от пола до нижней точки конструкции потолка.

Аккумуляторы устанавливают на деревянных стеллажах (рис. 70), состоящих из продольных брусьев 1, врезанных в поперечные брусья 2. Стеллажи (поперечные брусья), в свою очередь,

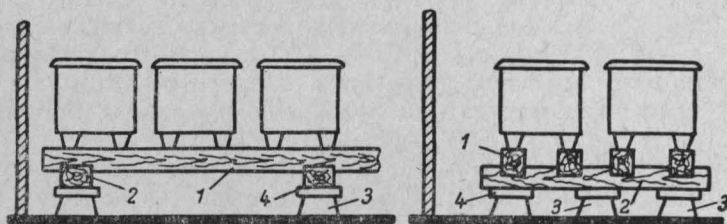


Рис. 70. Установка аккумуляторов на стеллажах

помещают на тумбочках 3, покрытых сверху специальными стеклянными плитками 4, благодаря чему достигается надёжная изоляция от пола.

Расстояние между токоведущими частями аккумуляторов должно быть не менее 0,8 м — при напряжении от 65 до 250 в и 1 м — при напряжении более 250 в. Батареи должны быть установлены таким образом, чтобы устранялась возможность одновременного прикосновения к точкам, между которыми имеется напряжение выше 250 в.

В аккумуляторных помещениях выделяются пары серной кислоты, а в конце зарядки аккумуляторов происходит интенсивное выделение водорода и кислорода, образующих гремучую смесь.

Поэтому для безопасности труда большое значение имеет правильное устройство отопления, вентиляции и освещения аккумуляторных помещений.

Температура в аккумуляторном помещении должна быть не ниже $+15^{\circ}$ и не выше $+35^{\circ}$, а освещённость — не менее 40 лк.

В аккумуляторных помещениях устраивается принудительная приточно-вытяжная система вентиляции, при помощи которой удаляются пары и газы, выделяющиеся во время зарядки батарей. Концентрация водорода в воздухе не должна превышать 0,7%, а концентрация тумана серной кислоты в воздухе на уровне 1,5 м от пола — 1 мг/м³.

Газы необходимо отсасывать как из верхней части помещения, где скапливается водород, так и из нижней части, где скапливаются пары серной кислоты; это достигается соответствующим размещением вытяжных коробов вентиляционной системы.

При плавке и пайке свинца могут выделяться сильно ядовитые свинцовая пыль и пары окислов свинца. Поэтому во время таких работ должна эффективно работать вентиляция. Кроме того, следует принимать меры предосторожности от попадания свинцовой пыли в организм работающего (не курить во время работы, не держать поблизости пищевых продуктов и питьевой воды).

Кислоту хранят и транспортируют в специальных бутылках, вставленных в плетёные корзины. Пространство между бутылкой и стенками корзины заполняют тонкой стружкой или соломой. Бутылки с кислотой должны грузить и выгружать опытные работники. Наиболее безопасно выгружать кислоту с автомашин на площадки, пол которых находится на одном уровне с платформой кузова.

Переносить бутылки с кислотой должны двое рабочих при помощи специальных носилок (рис. 71а). Кислоту из больших бутылей переливают в более мелкие сосуды при помощи сифона (рис. 71б) или других приспособлений, позволяющих медленно наклонять бутылку до нужного положения, не вынимая её из тары (рис. 71в). Один рабочий может перевозить бутылки только на специальной тележке (рис. 71г). При составлении электролита кислотных аккумуляторов следует медленно и осторожно вливать серную кислоту в воду, перемешивая смесь стеклянной палочкой. Вливать воду в кислоту нельзя, потому что при этом происходит бурное выделение тепла и разбрызгивание смеси, что может привести к сильным ожогам.

Батареи со щелочными аккумуляторами не должны находиться в одном помещении с кислотными аккумуляторами. При приготовлении электролита из твёрдого едкого кали до него нельзя дотрагиваться руками, а следует пользоваться щипцами, пинцетом или ложкой, принимая меры предосторожности от попадания частиц едкого кали в глаза, на кожу и одежду. Жидкость перемешивают стеклянной палочкой до полного растворения раздробленных кусков едкого кали.

При обслуживании кислотных аккумуляторов поблизости должна находиться 2—3-литровая бутылка с 5-процентным раствором соды. В случае попадания серной кислоты на кожу необходимо промыть поражённое место водой, а затем смочить его рас-

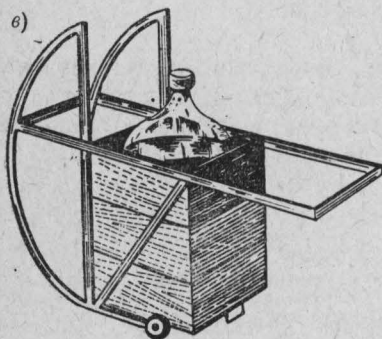


Рис. 71. Приспособления для переноски и переливания серной кислоты

твором соды. При обслуживании щелочных аккумуляторов для этих целей вместо раствора соды применяется 5-процентный раствор борной кислоты.

Для хранения кислоты или щёлочи, дистиллированной воды и принадлежностей для приготовления электролита вблизи аккумуляторной выделяется особое помещение площадью не менее 6—8 м².

§ 21. Погрузочно-разгрузочные работы

Механизация погрузочно-разгрузочных работ является одной из основных мер безопасности и облегчения труда в предприятиях связи. Например, для погрузки и перемещения почтовых грузов (посылок, мешков с письменной корреспонденцией) от автомашин или железнодорожных вагонов до склада или места их обработки применяются тележки, автокары, ленточные транспортёры или самотёчные (гравитационные) устройства, электропогрузчики (рис. 72) и другие средства механизации.

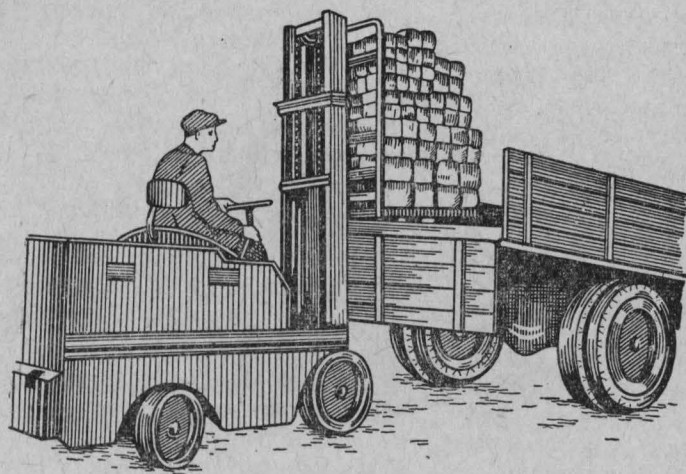


Рис. 72. Электропогрузчик

Однако в небольших предприятиях связи многие погрузочно-разгрузочные работы производятся вручную. Существуют предельно допустимые нормы для подъёма и переноски тяжестей.

Предельный вес почтового груза не должен превышать:

для мужчин старше 18 лет	50 кг
для женщин старше 18 лет	20 кг
для подростков (от 16 до 18 лет) мужского пола	16 кг
для подростков (от 16 до 18 лет) женского пола	10 кг

Если вес груза превышает указанные величины, то его должны переносить несколько работников.

Вес разносной сумки почтальона с корреспонденцией не должен превышать 15 кг.

Для облегчения погрузки и разгрузки почты устраивают погрузочно-разгрузочные площадки на одном уровне с платформой автомашин.

При строительстве и ремонте воздушных и кабельных линий связи широко применяются кабелеукладчики, столбоставы и другие средства механизации. При замене отдельных опор эти работы производятся вручную под руководством опытных работников.

Столбы должны переносить несколько рабочих с таким расчетом, чтобы нагрузка не превышала 50 кг на человека. Расставленные вдоль столба по росту рабочие несут столб на одноимённых плечах, а поднимают и сбрасывают его все одновременно по команде руководителя. Более безопасный способ — переноска столбов при помощи клещей (рис. 73а) и других приспособлений (рис. 73б). Железобетонные опоры переносятся только при помощи приспособлений.

а)



б)

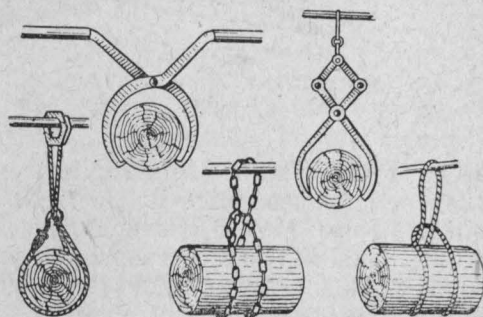


Рис. 73. Приспособления для переноски столбов

Перемещение грузов весом более 60 кг, а также подъём грузов на высоту более 3 м должны быть полностью механизированы. Для этого применяются различные грузоподъёмные машины и механизмы (краны, автопогрузчики, лебёдки, блоки, тали и т. п.).

Барабаны с кабелем грузят и разгружают при помощи автокрана (рис. 74а). Для этого в центральное отверстие барабана вставляется ось, к которой крепятся заранее сделанные в виде

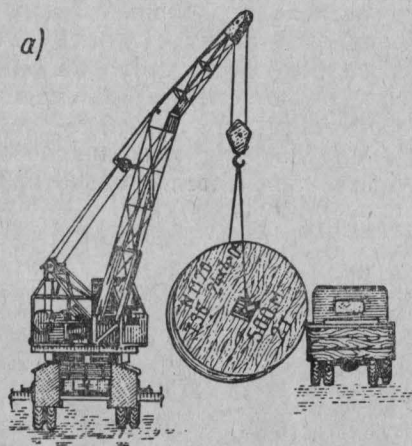
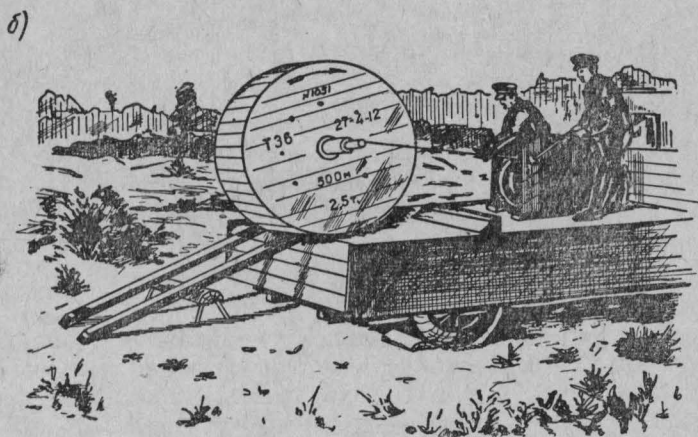


Рис. 74. Погрузка барабанов с кабелем:

а) при помощи крана,
б) при помощи ручной лебёдки



петель концы троса. При отсутствии крана погрузка барабанов с кабелем производится по двум покатам (следам) при помощи лебёдки (рис. 74б). Покати должны иметь на концах стальные наконечники для упора в землю и укладки на край кузова автомашины. Под середину покатай подкладывают поперечные подпоры в виде козелков.

§ 22. Холодная обработка металлов

Для обеспечения безопасности труда при ручной обработке металлов слесарным инструментом необходимо оборудовать устойчивый верстак, на котором прочно закрепить тиски. Если на верстаке имеется несколько рабочих мест, расстояние между тисками должно быть не менее 1250 мм. Если верстак установлен не у стены, то на его задней стороне или посередине натягивается сетка (рис. 75а), предохраняющая находящихся поблизости ра-

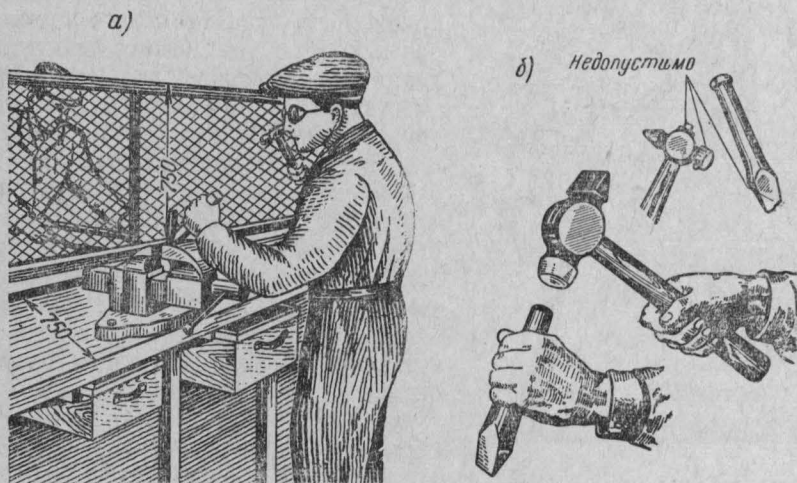


Рис. 75. Слесарная обработка металлов:

а) верстак с предохранительной сеткой, б) исправный и неисправный инструмент

бочих от осколков и частиц металла, разлетающихся при обрубке металлических предметов. Работающий должен пользоваться защитными очками.

Особое внимание следует обращать на исправность ручных инструментов. Рукоятки молотков должны быть сделаны из твердых и нехрупких пород дерева (дуб, бук, кизил и др.), иметь гладкую поверхность и овальное сечение, постепенно утолщающееся к свободному концу. Молотки должны быть туго насажены на рукоятки и расклинены металлическими клиньями.

Ударные инструменты (зубила, крейцмейсели, керны, просечки и др.) должны иметь слегка сферическую поверхность бойка (рис. 75б). Нельзя работать ударными инструментами с косыми и сбитыми бойками. Во избежание ударов молотком по руке зубила и крейцмейсели должны иметь длину не менее 150 мм. На-

пильники и отвёртки должны быть прочно закреплены в гладких рукоятках с металлическими кольцами.

В целях предотвращения несчастных случаев при работе на токарных, фрезерных, сверлильных и других станках необходимо, чтобы все шкивы, ремни, шестерни и валы, если они не размещены в корпусе станка и доступны для прикосновения, имели неподвижные жёсткие ограждения.

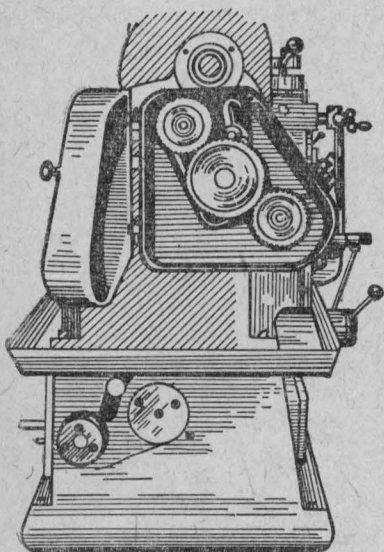


Рис. 76. Открывающееся ограждение сменных шестерён токарного станка

Движущиеся механизмы и части станков, требующие частого осмотра, ограждают съёмными или открывающимися устройствами (рис. 76). В станках, имеющих электрическую блокировку, при открывании ограждающего щитка размыкается дополнительно цепь питания электропривода, что препятствует случайному включению электродвигателя во время осмотра или смены шестерёнок. В станках без электрической блокировки должны быть приняты меры, исключающие возможность случайного или ошибочного их включения во время осмотра.

На сверлильных станках для закрепления деталей должны применяться станочные тиски, зажимы и т. п., а при сверлении отверстий в деталях малого размера — ручные зажимы. Не разрешается удерживать обрабатываемое изделие руками.

Стружка от станков отводится при помощи специальных крючков, имеющих на рукоятках защитные козырьки. Рабочие места и станки чистят при помощи специальных щёток и совков.

При работе на металлорежущих станках возникает опасность захвата одежды рабочего или его волос. Поэтому одежда рабочего должна быть заправлена так, чтобы не было развевающихся концов. Обшлаги рукавов должны быть застёгнуты, женщинам следует убирать волосы под берет или косынку, концы которой должны быть тщательно заправлены. Нельзя тормозить выключенный станок нажимом руки на вращающиеся части станка или обрабатываемое изделие.

При работе на прессах возможно попадание пальцами в пространство между пуансоном и матрицей. Поэтому при штамповке деталей из отдельных заготовок для подачи заготовки на матрицу и удаления готовой детали из матрицы следует пользоваться пинцетами, крючками, щипцами или другими приспособлениями.

При штамповке деталей из полосового материала с ручной подачей полосы пресс должен иметь ограничитель, не позволяющий продвинуть руки в опасную зону. В случае застревания детали в матрице вынимать деталь можно только при помощи приспособлений. Во время ремонта и наладки пресса электродвигатель привода выключается рубильником.

Шлифовальные и заточные станки, у которых режущим (рабочим) инструментом является абразивный круг, работают с большой скоростью. Поэтому очень опасно, если в абразивных кругах имеются трещины, выбоины, внутренние раковины и т. п., которые могут послужить причиной разрыва вращающегося круга. Перед установкой на станок круг осматривают, а затем простукивают деревянным молотком. Круги, на которых обнаружены наружные дефекты, или круги, издающие при простукивании дребезжащий звук, использовать нельзя. Круги диаметром от 150 мм и более подвергаются перед установкой на станок обязательному испытанию на прочность путём вращения в течение 5 мин на специальной станке со скоростью на 50% выше нормальной рабочей скорости.

Закреплённый на станке абразивный круг должен быть заключён в стальной защитный кожух таким образом, чтобы осталась открытой только минимально необходимая его часть (рис. 77).



Рис. 77. Крепление и ограждение абразивного круга:
а) крепление круга на шпинделе станка, б) общий вид

При выполнении ручных операций, связанных с приближением рук рабочего к вращающемуся кругу, возникает опасность ранения рук. Поэтому обрабатываемое изделие всегда должно устанавливаться на подручнике, служащем опорой для изделия. Зазор между подручником и кругом не должен превышать 3 мм во избежание заклинивания детали между кругом и подручником. Одновременно подручник служит опорой для рук работаю-

щего. Работать на станке с абразивным кругом нужно обязательно в защитных очках.

При шлифовании изделий абразивами или при заточке инструментов на абразивном круге выделяется большое количество металлической и абразивной пыли, которая удаляется при помощи местной вытяжной вентиляции, препятствующей распространению пыли по всему помещению.

§ 23. Сварочные работы

При электросварочных работах должна предусматриваться защита от поражения электрическим током, от ожогов расплавленным металлом и от вредного действия лучистой энергии.

При смене электрода, вставляемого в электрододержатель, в особенности, когда сварщик находится на свариваемой конструкции, возникает опасность поражения электрическим током. В сухих помещениях сварщик должен пользоваться сухими брезентовыми перчатками, которые во время сварки защищают его руки также от возможного ожога металлом и от действия лучистой энергии. В помещениях сырых и особо опасных необходимо применять безопасный электрододержатель, который при смене электрода автоматически отключает напряжение с контактов его зажима.

Наибольшая безопасность при смене электрода достигается применением в сварочных трансформаторах специального контактора. Этот контактор автоматически разрывает цепь первичной обмотки трансформатора при удалении электрода от свариваемой детали. Схема такой безопасной

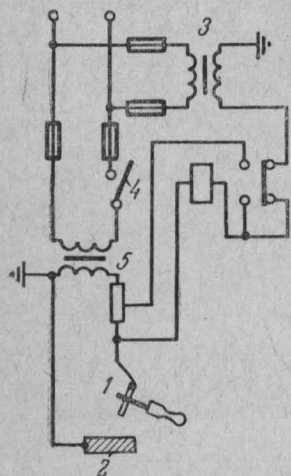


Рис. 78. Схема безопасной сварки

сварки дана на рис. 78. Если электрод 1 отдален от свариваемого изделия 2, цепь вспомогательного трансформатора 3 с напряжением вторичной обмотки 12—24 в разомкнута, при этом контактор 4 разрывает цепь первичной обмотки сварочного трансформатора 5. Смена электрода происходит, таким образом, при безопасном напряжении вспомогательного трансформатора.

При соприкосновении электрода со свариваемой деталью цепь вспомогательного трансформатора замыкается, ток начинает проходить через катушку электромагнита, который включает контактор и одновременно отключает вспомогательный трансформатор.

Для защиты лица и глаз сварщика от излучений применяются щитки или шлемы со вставными стёклами (светофильтрами). Необходимый тип светофильтра выбирают в зависимости от величины сварочного тока.

§ 24. Эксплуатация сосудов, работающих под давлением

Паровые котлы, компрессоры, резервуары, сосуды (баллоны), работающие под давлением, превышающим атмосферное не менее чем на $0,7 \text{ кг/см}^2$, изготовляют и эксплуатируют согласно нормам и правилам, установленным Госгортехнадзором. Нарушение этих норм и правил может повлечь за собой опасность взрыва, вызывающего обычно большие разрушения и несчастные случаи. Одной из основных причин взрыва сосудов является повышение давления в них больше допустимого значения. Поэтому сосуды, работающие под давлением, снабжаются предохранительными клапанами или разрывными предохранительными пластинами. При повышении давления в сосуде сверх предельно допустимого клапан автоматически открывается (или разрывается предохранительная пластина) и часть газа выпускается в атмосферу, вследствие чего давление в сосуде понижается. При разрыве предохранительной пластины газ полностью выходит из сосуда. Независимо от наличия предохранительного клапана в процессе эксплуатации необходимо наблюдать по манометру за давлением в сосуде и не допускать в нём давления выше разрешённого.

На каждом баллоне имеется клеймо органов надзора с указанием сроков освидетельствования, прошедшего и очередного предстоящего. В зависимости от назначения баллонов их наружные поверхности окрашивают в определённые цвета. Это предупреждает возможность ошибочной замены одного газа другим.

На горловине каждого баллона (рис. 79) имеется кольцо с резьбой, на которое навёртывается предохранительный колпачок, защищающий вентиль и штуцер от загрязнений и случайных ударов.

Баллоны с просроченным сроком освидетельствования или имеющие наружные повреждения (вмятины, трещины и т. п.), а также без надлежащей окраски не разрешается заполнять газом.

При понижении давления в баллоне до $0,5 \text{ кг/см}^2$ следует прекратить расходование газа. Баллон направляют на завод-наполнитель для новой зарядки.

Баллоны, наполненные газом, необходимо предохранять от действия солнечных лучей и от нагревания другими источниками тепла. В помещении баллоны следует устанавливать от радиато-

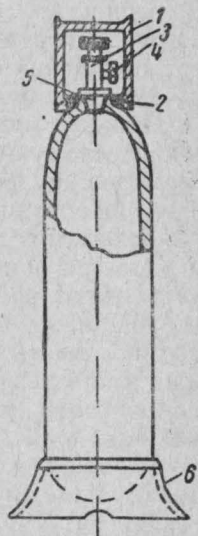


Рис. 79. Баллон и его детали:
1 — колпак, 2 — кольцо, 3 — вентиль, 4 — штуцер, 5 — заглушка, 6 — башмак

ров отопления на расстоянии не менее 1 м, а от печей и других источников тепла с открытым огнём — не менее 5 м. Баллоны с ядовитыми газами должны храниться в специальных помещениях.

§ 25. Обслуживание автотранспорта

Большинство аварий и несчастных случаев при эксплуатации автотранспорта происходит в результате неисправности автомобиля, нарушения основных правил техники безопасности водителями и администрацией автохозяйств.

Каждый автомобиль перед выпуском на работу подвергается техническому осмотру, при этом должно быть опробовано действие тормозов, рулевого управления, сцепления, коробки передач, электрооборудования, замков дверей кабины и бортов кузова, приборов двигателя, расположенных на щитке. Для безопасности и удобства осмотра, смазки и ремонта нижних частей автомобиля устраивают рабочие канавы. Ширина канав должна быть не менее 0,9 м, глубина — не менее 1,2 м. Продольные края канавы должны иметь направляющие борта высотой 120 мм. Канавы должны иметь два выхода: один по ступенчатой лестнице, расположенной в конце канавы, другой — по скобам, заделанным в стенки канавы.

В гаражных и авторемонтных помещениях необходимо оборудовать надёжную вентиляцию, рассчитанную на полное удаление газов (см. § 27), выделяющихся при работе двигателей.

Особые меры предосторожности должны быть приняты при обращении с этилированным бензином, который применяется на предприятиях связи только в качестве топлива для автомобильных двигателей. В составе этилированного бензина имеется сильно ядовитый тетраэтилсвинец, который добавляется в бензин в виде этиловой жидкости для уменьшения склонности горючей смеси к детонационному сгоранию. Попадание паров этилированного бензина в организм человека может вызвать тяжёлое отравление. Поэтому категорически запрещается применять этилированный бензин даже в смеси с керосином для осветительных и паяльных ламп, промывки деталей, очистки пятен с одежды и т. п. Нельзя также использовать этилированный бензин в качестве топлива для стационарных двигателей энергобаз предприятий связи. При случайном попадании этилированного бензина на пол, оборудование и т. п. эти места должны быть дегазированы 1,5-процентным раствором дихлорамина в керосине, а затем промыты водой из шланга.

Перед разборкой двигателя, работавшего на этилированном бензине, его нужно тщательно обтереть кистью или ветошью, обильно смоченной в керосине. Все детали, которые соприкасаются с бензином и отработавшими газами, следует промывать кероси-

ном. Бензопровод, жиклер и другие детали продувают только насосом, продувать эти детали ртом категорически запрещается. При случайном попадании этилированного бензина на лицо или руки необходимо обмыть их керосином, а затем тёплой водой с мылом.

Для переливания этилированного бензина из одного сосуда в другой рекомендуется применять специальное приспособление (рис. 80), состоящее из насоса, шланга и трёхходового краника.

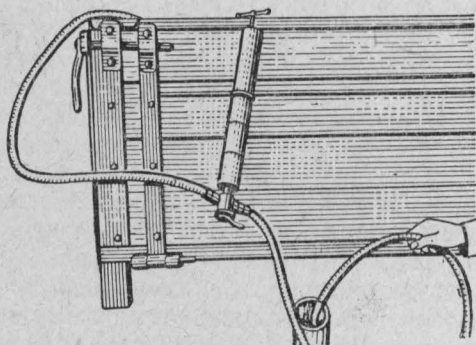


Рис. 80. Прибор для переливания этилированного бензина

При соответствующей установке краника прибор можно использовать для продувания бензопроводов или смывания этилированного бензина, если он попадёт на руки и на какие-либо детали.

Для этого в полом поршне насоса содержится около 0,5 л керосина. Прибор прост в изготовлении и может быть приспособлен для переливания кислоты и других агрессивных жидкостей.



Основы производственной санитарии

§ 26. Санитарные требования к промышленным предприятиям

Проектирование и реконструкцию помещений для предприятий связи необходимо проводить в соответствии с установленными санитарными нормами (СН-245—63). Намечаемые для строительства площадки должны удовлетворять требованиям прямого солнечного облучения, естественного проветривания, качественного водоснабжения и иметь относительно ровную поверхность с уклоном, обеспечивающим отвод поверхностных и сточных вод.

Объём производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее 15 м^3 , площадь — не менее $4,5 \text{ м}^2$, а высота — не менее $3,2 \text{ м}$.

В предприятии должны быть бытовые помещения — пункты питания, гардеробные, умывальные, туалетные, курительные, помещения для личной гигиены женщин и кормления грудных детей. Состав бытовых помещений, их размеры и расположение определяются в зависимости от характера производственных процессов и количества работающих на предприятии. Согласно санитарным нормам на каждом предприятии с числом работающих более 300 человек должны быть здравпункты.

Важное значение для охраны труда имеют метеорологические условия производственного помещения, которые характеризуются температурой, влажностью и скоростью движения воздуха. Воздействие их на человека обуславливает теплообмен между организмом человека и внешней средой, т. е. терморегуляцию. Длительное воздействие неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие работающих и часто приводит к различным заболеваниям. Наиболее благоприятные (оптимальные) метеорологические условия зависят от характера выполняемых работ, которые по своей тяжести подразделяются, согласно санитарным нормам, на три категории:

лёгкие работы (затраты энергии до 600 кдж/ч), к которым относятся работы, не требующие систематического физического напряжения или поднятия тяжестей (на предприятиях телефонной и телеграфной связи, радиосвязи, конторские работы и т. п.);

работы средней тяжести (затраты энергии от 600 до 1000 кдж/ч), к которым относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, переноской небольших тяжестей (до 10 кг) и выполняемые стоя;

тяжёлые работы (затраты энергии более 1000 кдж/ч), к которым относятся работы, связанные с систематическим физическим напряжением, постоянными передвижениями и переноской значительных (выше 10 кг) тяжестей.

Температура воздуха в производственных помещениях зависит от количества тепловыделений производственных установок (машин, ламповых генераторов, нагревательных приборов и т. п.), тепловыделений людей и инсоляции. Если количество выделяемого в помещении тепла больше теплопотерь за счёт теплообмена с окружающей средой (через наружные стены зданий), то появляются избытки явного тепла, действующего на изменение температуры воздуха в помещении. Избытки явного тепла в количестве более 90 кдж/м³ч считаются значительными. Допустимая температура в производственных помещениях для различных периодов года установлена санитарными нормами в зависимости от избытков явного тепла и тяжести выполняемых работ.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Сырой холодный воздух увеличивает теплоотдачу и способствует простудным заболеваниям, сырой тёплый воздух препятствует теплоотдаче и испарению потовыделений, сухость воздуха вызывает чрезмерное высыхание кожи и слизистых оболочек. На самочувствие людей влияние оказывает, главным образом, относительная влажность, представляющая собой отношение фактического количества водяных паров в воздухе при данной температуре к предельно возможному количеству при той же температуре.

Влажность воздуха в пределах 50÷60% является наиболее благоприятной для производственной среды при температуре 15—20°C. При температуре ниже 24°C относительная влажность воздуха в производственных помещениях не должна превышать 75%.

Влажность воздуха измеряется психрометром (рис. 81), состоящим из двух термометров: сухого и

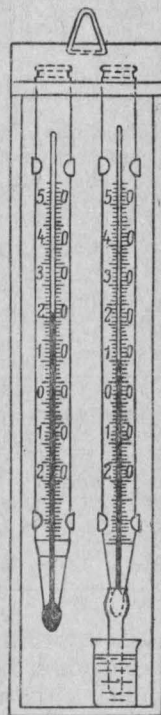


Рис. 81. Психрометр

влажного. Ртутный шарик влажного термометра обернут лёгкой тканью, конец которой опущен в чашечку с водой. Вследствие испарения влаги с поверхности ткани шарик со ртутью охлаждается, поэтому влажный термометр показывает более низкую температуру, чем сухой. По разности показаний сухого и влажного термометров определяется влажность воздуха из психрометрических таблиц или номограмм.

Подвижность воздуха увеличивает теплоотдачу и интенсивность испарения потовыделений, что создаёт благоприятные условия для работающих. Однако чрезмерная подвижность воздуха создаёт ветер и вызывает усиленную теплоотдачу, что способствует простудным заболеваниям.

В табл. 5 приведены нормы допускаемых температур и скорости движения воздуха в производственных помещениях.

Таблица 5

Характеристика производственных помещений	Категория работы	Холодный и переходный периоды года (наружная температура ниже +10°)		Тёплый период года (наружная температура +10° и выше)	
		температура воздуха °С	скорость движения воздуха м/сек	температура воздуха °С	скорость движения воздуха м/сек
Незначительные избытки явного тепла (до $90 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot \text{ч}}$)	лёгкая	17—22	не более 0,3	не более чем на 3°	не более 0,5
	средней тяжести	15—17	не более 0,5	выше средней температуры наружного воздуха в 13 час.	не более 0,7
	тяжёлая	13—15	То же	самого жаркого месяца, но не более 28°	от 0,5 до 1,0
Значительные избытки явного тепла (более $90 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot \text{ч}}$)	лёгкая	17—24	не более 0,5	не более чем на 5° выше средней температуры наружного воздуха в 13 час.	не более 0,7
	средней тяжести	17—22	то же	самого жаркого месяца, но не более 28°	0,7—1,0
	тяжёлая	14—17	«		1—1,5, но не менее 0,5

Исключительно важное значение для нормальных условий труда имеют санитарно-гигиенические качества воздуха. При работе в помещениях с загрязнённым воздухом у работающих быстро наступает утомляемость и развивается восприимчивость к различным заболеваниям, а наличие в воздухе весьма малого количества ядовитых газов может привести к отравлениям.

Возможные выделения вредных паров, газов и пыли можно устранить путём герметизации оборудования, аппаратуры, коммуникаций или выноса из рабочей зоны оборудования, которое выделяет эти вредности.

В производственных помещениях, где возможны выделения вредностей, периодически проверяют концентрацию газов и пыли в воздухе, которая не должна превышать предельно допустимых значений, указанных в санитарных нормах. В табл. 6 приводятся предельно допустимые концентрации некоторых газов и пыли в воздухе.

Таблица 6

Наименование веществ	Предельно допустимая концентрация мг/м ³	Наименование веществ	Предельно допустимая концентрация мг/м ³
Оксид углерода	20	Пыль, содержащая кварц (SiO ₂) в количестве от 10 до 70%	2
Ртуть металлическая	0,01		
Серная кислота	1,0	Пыль, не содержащая кварца и примесей токсических веществ	10
Бензин топливный	100		

§ 27. Вентиляция производственных помещений

Основы расчёта системы вентиляции

Нормальные метеорологические условия производственной среды и санитарно-гигиенические качества воздуха обеспечиваются системой вентиляции или специальными установками для кондиционирования воздуха — кондиционерами, которые автоматически поддерживают постоянные метеорологические условия в производственных помещениях.

В помещениях, где имеются значительные тепловыделения (помещения для передатчиков, телевизионные студии, аппаратные залы телеграфа, автоматные и линейно-аппаратные залы телефонных станций, генераторные помещения), вентиляцию устраивают из расчёта удаления теплоизбытков $Q_{изб}$, которые определяются как разность тепловыделений в помещении и теплоотдачи через наружные ограждения в окружающую среду (теплопотери):

$$Q_{изб} = Q_{п} - Q_{отд} \frac{кдж}{ч},$$

где $Q_{п}$ — количество тепла, поступающего в воздух помещения от производственных и осветительных установок, в результате тепловыделения людей, солнечной радиации и др.;

$Q_{отд}$ — теплоотдача в окружающую среду через наружные ограждения.

Теплопотери помещения с большими теплоизбытками равны приблизительно количеству тепла, вносимого в помещение солнечной радиацией через окна [Л5].

Количество воздуха, которое необходимо удалить за 1 час из производственного помещения при наличии теплоизбытков, определяется по формуле

$$L = \frac{Q_{\text{изб}}}{c_{\text{воз}} (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}) \gamma_{\text{воз}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

где $c_{\text{воз}}$ — теплоёмкость воздуха, $\frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$;

$t_{\text{вых}}$ — температура выходящего воздуха, °С;

$t_{\text{вх}}$ — температура поступающего воздуха, °С;

$\gamma_{\text{воз}}$ — удельный вес воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Таким образом, для расчёта системы вентиляции необходимо определить количество тепловыделений $Q_{\text{п}}$. Например, для помещения радиопередатчика величину $Q_{\text{п}}$ при водяном охлаждении ламп можно определить по формуле

$$Q_{\text{п}} = 3600 \frac{1 - \eta_{\text{п}}}{\eta_{\text{п}}} P - c_{\text{в}} G_{\text{в}} (t'_{\text{вых}} - t'_{\text{вх}}), \frac{\text{кдж}}{\text{ч}};$$

где $\eta_{\text{п}}$ — кпд передатчика (промышленный);

P — полезная мощность установок, кВт;

$c_{\text{в}}$ — теплоёмкость воды, $\frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$;

$G_{\text{в}}$ — часовой расход охлаждающей воды, $\text{кг}/\text{ч}$;

$t'_{\text{вых}} - t'_{\text{вх}}$ — разность температур выходящей и входящей воды, °С.

При воздушном охлаждении ламп с непосредственным удалением охлаждающего воздуха в атмосферу количество выделяемого в помещении тепла определяется по аналогичной формуле, но в этом случае $G_{\text{в}}$ — часовой расход воздуха, $c_{\text{в}}$ — теплоёмкость воздуха, $(t'_{\text{вых}} - t'_{\text{вх}})$ — разность температур выходящего и входящего воздуха.

Если охлаждающий воздух непосредственно не удаляется из помещения, то

$$Q_{\text{п}} = 3600 \frac{1 - \eta_{\text{п}}}{\eta_{\text{п}}} P, \frac{\text{кдж}}{\text{ч}}.$$

В помещениях с мощными осветительными установками, например в телевизионных студиях, количество выделяемого тепла можно определить из выражения

$$Q_{\text{п}} = 3600 P_{\text{осв}}, \frac{\text{кдж}}{\text{ч}},$$

где $P_{\text{осв}}$ — мощность осветительных установок.

Для очистки помещений от вредных выделений паров и газов необходимый воздухообмен определяется из выражения

$$L = \frac{K}{K_d - K_{\text{п}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

где K — количество вредных выделений, поступающих в воздух помещения, г/ч ;

K_d — предельно допустимая концентрация вредных газов в воздухе помещения (согласно санитарным нормам), г/м^3 ;

$K_{\text{п}}$ — концентрация вредных примесей в воздухе, поступающем в производственное помещение, г/м^3 .

Для обеспечения необходимого воздухообмена устраивается естественная или искусственная вентиляция.

Естественная вентиляция

При естественной вентиляции воздухообмен осуществляется за счёт разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Холодный наружный воздух проникает в помещение через отверстия в нижней части здания и вытесняет более лёгкий, тёплый воздух из помещения через отверстия в верхней части здания.

Устройство специальных каналов, вытяжных шахт с применением насадок (дефлекторов) способствует дополнительному отсосу воздуха из помещения за счёт ветрового напора и позволяет регулировать воздухообмен. Такая вентиляция называется аэрацией.

Для создания нормальных метеорологических условий и обеспечения гигиенических качеств воздуха необходимо, в первую очередь, использовать возможности естественной вентиляции. Естественная вентиляция не требует больших затрат на первоначальное устройство, не потребляет энергии при эксплуатации и не создаёт добавочных вредностей в виде шума; при надлежащем уходе она работает непрерывно и безотказно. Но при естественной вентиляции воздух вводится в помещение без предварительной обработки, т. е. без очистки, увлажнения, подогрева или охлаждения, что во многих случаях не позволяет поддерживать постоянные метеорологические условия в производственном помещении. Если обработка воздуха необходима или естественная вентиляция не обеспечивает эффективного удаления производственных вредностей, устраивается искусственная вентиляция.

Искусственная (механическая) вентиляция

Механическая вентиляция осуществляется при помощи вентиляторов, которые по своей конструкции разделяются на центробежные и осевые. В центробежном вентиляторе (рис. 82а) воздух входит в спиральный кожух 1 через отверстие 2 в центре кожуха, захва-

тывается лопастями колеса 3 и за счёт центробежной силы, развиваемой при вращении колеса, отбрасывается к выходному отверстию кожуха.

В осевом вентиляторе (рис. 82б) воздух перемещается в цилиндрическом кожухе 1 вдоль оси вентилятора вследствие вращения винтообразных лопастей 2, расположенных в кожухе.

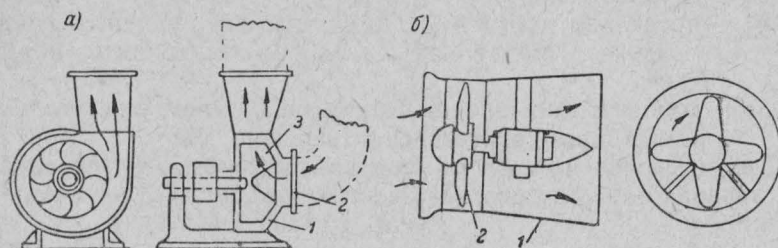


Рис. 82. Вентиляторы:
а) центробежный, б) осевой

Осевые вентиляторы монтируются обычно на одной оси с электрическим двигателем, поэтому они могут применяться только для перемещения воздуха, не загрязнённого едкими и взрывоопасными газами, которые могут вызвать коррозию частей двигателя или воспламениться от возможной электрической искры.

Устройства механической вентиляции, служащие для подачи свежего воздуха в рабочее помещение, называются приточной системой вентиляции, а предназначенные для удаления загрязнённого воздуха из помещения — вытяжной системой вентиляции.

На рис. 83 дана схема установки приточной вентиляции. Наружный воздух поступает через жалюзийные решётки 1 в приточ-

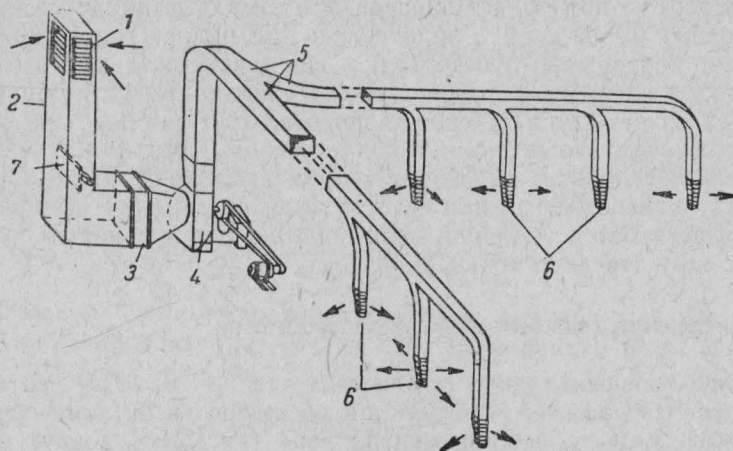


Рис. 83. Схема приточной вентиляции

ную шахту 2, проходит через фильтр 3, нагнетается вентилятором 4 в воздуховод 5, из которого через специальные патрубки 6 (или щелевые отверстия) распределяется по всем помещениям. Воздухообмен регулируется при помощи дроссельных клапанов 7 или задвижек.

Поступающий в помещение воздух при необходимости нагревается или охлаждается, очищается от пыли и увлажняется.

Воздух подогревается при помощи калориферов (рис. 84а), питаемых горячей водой или паром.

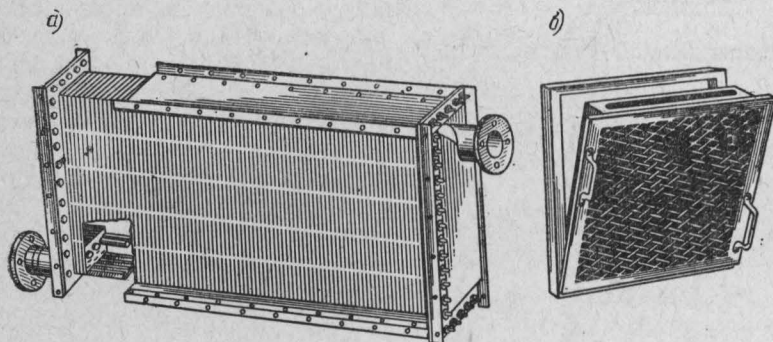


Рис. 84. Устройства для нагревания и очистки воздуха:
а) калорифер, б) масляный фильтр

Для охлаждения воздух пропускают через оросительную камеру, в которой благодаря испарению распыливаемой воды температура воздуха снижается. Таким же способом при необходимости воздух увлажняют. Для охлаждения воздуха применяют также специальные холодильные установки. На радиопунктах с водоснабжением от артезианских скважин с температурой воды ниже 10°C возможен наиболее экономичный способ охлаждения воздуха за счёт использования холодной воды из этих скважин. Для очистки воздуха от пыли используют различные фильтры и другие устройства. Наибольшее применение имеют масляные фильтры, представляющие собой сетчатую коробку (рис. 84б), заполненную промасленными тонкими короткими трубочками, образующими большую поверхность соприкосновения проходящего воздуха с липкой масляной поверхностью. Такие фильтры не требуют смены фильтрующих элементов, так как запылённые ячейки периодически промывают горячим содовым раствором, промасливают и устанавливают для дальнейшего использования.

Загрязнённый в рабочем помещении воздух не всегда полностью удаляется из помещения непосредственно наружу. В зимнее время, в целях экономии тепла, воздух отсасывается из помещения в смесительную камеру, перемешивается с наружным воздухом (в количестве не менее 10%) и после фильтрации снова подается в рабочее помещение. Такой воздухообмен называется

рециркуляцией. На радиопередающих центрах и радиостудиях рециркуляция воздуха осуществляется и летом в жаркое время, когда в рабочем помещении воздух специально охлаждается.

Рециркуляция воздуха не допускается, если в воздухе содержатся вредные и взрывоопасные газы, например, в аккумуляторных помещениях.

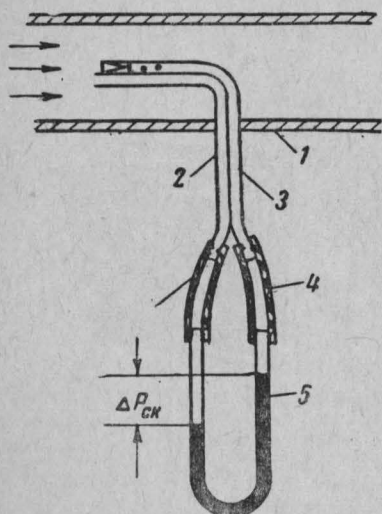


Рис. 85. Схема измерения скорости движения воздуха

При контроле за эффективностью действия вентиляционных установок проверяют кратность воздухообмена в производственном помещении, а также измеряют температуру, влажность, скорость движения воздуха и анализируют его гигиенические качества.

Скорость движения воздуха в вентиляционных каналах измеряют обычно при помощи пневмометрических трубок, соединённых с U-образным манометром (рис. 85). В трубке 2, установленной в воздуховоде 1 открытым загнутым концом навстречу потоку, создаётся полное давление (статическое и скоростное), а в трубке 3, имеющей закрытый (запаянный) плавно обтекаемый конец и несколько боковых отвер-

стий в стенке, — только статическое давление. Свободные концы обеих трубок присоединяются резиновыми шлангами 4 к двум концам U-образного манометра 5. При таком соединении манометр показывает разность между полным и статическим давлением, т. е. скоростной напор $\Delta P_{ск}$. По данным измерения скорость движения воздуха в канале воздуховода определяется по формуле

$$v = \sqrt{\frac{2g \Delta P_{ск}}{\gamma_{воз}}}, \frac{м}{сек},$$

где g — ускорение силы тяжести, $м/сек^2$;

$\Delta P_{ск}$ — измеренный скоростной напор, $кг/м^2$;

$\gamma_{воз}$ — удельный вес воздуха, $кг/м^3$.

Часовой объём нагнетаемого или отсасываемого воздуха определяется по формуле

$$L = 3600 v F, \frac{м^3}{ч},$$

где F — площадь сечения воздуховода, $м^2$.

Местная вентиляция

Местная вентиляция применяется для удаления вредных непосредственно от мест их выделения.

Для удаления выделяющихся паров и газов устраивают вытяжные шкафы и зонты, которые могут работать на естественной

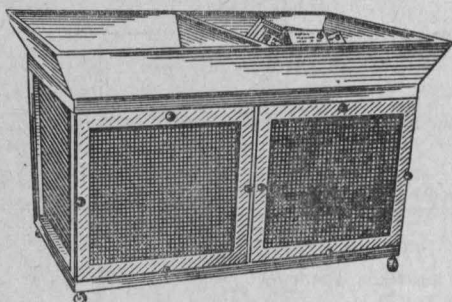


Рис. 86. Обеспыливающий стол

или механической тяге. Вытяжные шкафы устанавливают на рабочих местах, где проявляют фототелеграммы, разогревают сургуч и т. п.

Для обеспыливания письменной корреспонденции при выгрузке её из мешков используют обеспыливающие столы (рис. 86), работающие по принципу действия пылесоса.

§ 28. Освещение на предприятиях

Естественное освещение

Естественное освещение характеризуется коэффициентом естественной освещённости e , выраженным в процентах:

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} 100, \%,$$

где $E_{\text{вн}}$ — освещённость в данной точке помещения, лк;

$E_{\text{нар}}$ — одновременная наружная освещённость точки на горизонтальной плоскости от рассеянного света небосвода, лк.

При боковом освещении (через окна) наиболее удалённые от окон и расположенные в простенках рабочие места могут оказаться недостаточно освещёнными. Поэтому для предприятий с боковым освещением установлен минимальный коэффициент естественной освещённости $e_{\text{мин}}$ в пределах рабочей зоны помещения. При верхнем (через световые фонари в покрытии) и комбинированном освещении нормируется среднее значение коэффициента естественной освещённости $e_{\text{ср}}$.

Все работы в производственных помещениях подразделяются на шесть разрядов в зависимости от степени точности и размеров объектов различения. Для этих работ санитарными нормами установлены коэффициенты естественной освещённости, приведённые в табл. 7.

Таблица 7

Разряды работ	Виды работ по степени точности	Размеры объекта различения, мм	Коэффициент естественной освещённости, %	
			при верхнем и комбинированном освещении	при боковом освещении
I	Особо точные работы	до 0,1	10	3,5
II	Работы высокой точности	0,1—0,3	7	2
III	Точные работы	0,3—1	5	1,5
IV	Работы малой точности	1—10	3	1
V	Грубые работы	более 10	2	0,5
VI	Работы, требующие общего наблюдения за ходом производственного процесса без выделения отдельных деталей	—	1	0,25

Большое значение для нормальной освещённости имеет своевременная очистка стёкол и покраска (побелка) внутренних поверхностей. Грязные окна задерживают до 70% света, а загрязнённые и закопчённые стены и потолок до 1/3 уменьшают освещённость рабочих мест.

При незначительном выделении пыли, дыма и копоти стёкла световых проёмов очищают не реже двух раз в год. Покраска внутренних поверхностей (стен, потолков) должна быть преимущественно светлой и периодически возобновляться один раз в три года.

Искусственное освещение

В производственных помещениях могут применяться следующие системы искусственного освещения:

общее освещение с равномерным (симметричным) или локализованным размещением светильников;

комбинированное освещение, т. е. одновременное использование общего и местного освещения.

Не допускается применять только местное освещение, за исключением случаев освещения периодических работ переносными лампами.

Для более эффективного использования светового потока лампы и ограничения ослеплённости, создаваемой светильником, применяется различная осветительная арматура. Светильники подбирают в зависимости от характера и системы освещения. Нименьшая высота подвеса светильников регламентируется нормами [Л14] в зависимости от типа светильников и мощности ламп. В помещениях сухих, со средней степенью запылённости и не содержащих едких и взрывоопасных газов, могут быть использованы для местного освещения светильники типа «Альфа» (рис. 87а), а для общего освещения — типа «Универсаль» (рис. 87б) или «Глу-бокоизлучатель» (рис. 87в).

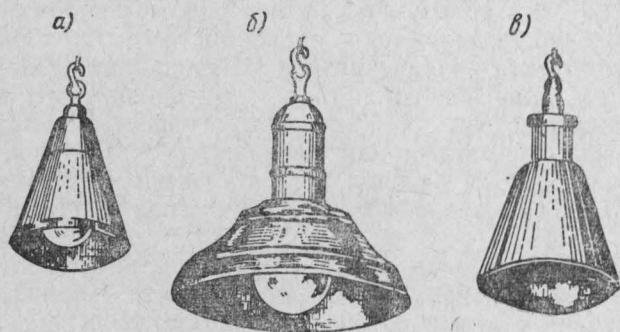


Рис. 87. Осветительная арматура

Лампы без арматуры не разрешается применять в производственных помещениях.

В помещениях, пыльных, сырых, пожаро- и взрывоопасных, используют специальные безопасные светильники. На предприятиях, где производятся точные работы, требующие значительного зрительного напряжения, и в помещениях, где естественного освещения нет или оно недостаточно, рекомендуется применять люминесцентное освещение, которое создаёт весьма благоприятные условия для работающих. Люминесцентная лампа (рис. 88а) пред-

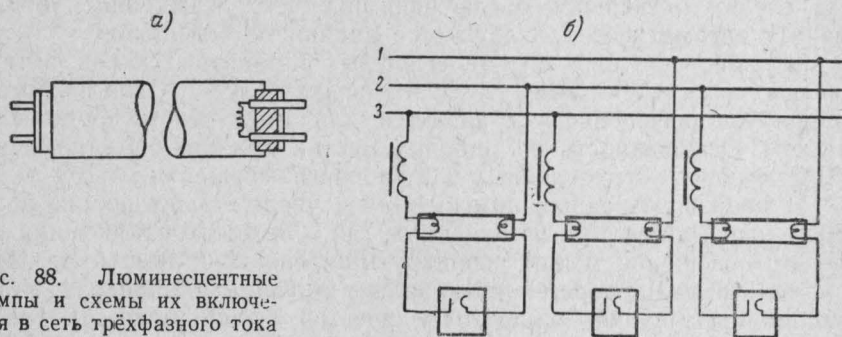


Рис. 88. Люминесцентные лампы и схемы их включения в сеть трёхфазного тока

ставляет собой замкнутую трубку, в концы которой впаяны электроды в виде спиралей. Изнутри трубка покрыта плотным слоем люминофора. При пропускании тока через спирали в парах ртути, содержащихся в трубке, возникает газовый разряд, создающий ультрафиолетовое излучение, под действием которого происходит свечение люминофора. Цвет свечения лампы зависит от химического состава люминофора. При люминесцентном освещении возникает стробоскопический эффект, который искажает зрительное восприятие движущихся предметов. Этот недостаток можно устранить, включив соседние лампы в разные фазы переменного трёхфазного тока (рис. 88б).

Согласно санитарным нормам все работы в производственных помещениях подразделяются в зависимости от степени точности (размеров объекта различения) на VII разрядов (в дополнение к VI разрядам, приведённым в табл. 7, установлен VII разряд для искусственного освещения, к которому относятся работы с самосветящимися предметами или материалами). При искусственном освещении первые IV разряда, в свою очередь, разделяются на четыре подразряда в зависимости от фона и контраста объекта различения с фоном.

Для каждого разряда работ в производственных помещениях установлены нормы наименьшей освещённости рабочих мест [Л14]. В соответствии с этими нормами разработаны отраслевые нормы освещённости рабочих мест в помещениях радиопредприятий, телефонных и телеграфных станций и других предприятий связи.

Освещённость рабочих мест проверяют при помощи люксметров не реже одного раза в год.

Все работы под открытым небом, связанные с обслуживанием оборудования, также должны удовлетворять установленным нормам освещённости. Освещение антенных полей и сигнальное освещение радиомачт (СОМ) устраиваются в соответствии с требованиями специальной инструкции по СОМ.

Аварийное освещение

На случай внезапного отключения рабочего освещения устраивается автоматически включаемое аварийное освещение.

В радиовещательных и телеграфных аппаратных залах, в автоматных залах АТС, коммутаторных залах МТС, ЛАЦах и кроссах аварийное освещение устраивается для того, чтобы продолжать работу. Освещённость на рабочих местах должна быть не менее 10% от норм, установленных для рабочего освещения.

В производственных помещениях с числом работающих более 50 человек, а также в помещениях, где вследствие отключения рабочего освещения может возникнуть опасность травматизма (операционные залы, переговорные залы и другие помещения, где возможно пребывание большого количества людей, более 100 человек), предусматривается аварийное освещение для эвакуации лю-

дей. При этом освещённость по линиям основных проходов (на уровне пола) должна быть не менее 0,3 лк.

Питание аварийного освещения осуществляется от аккумуляторных батарей и резервных электростанций.

§ 29. Производственный шум, вибрации и борьба с ними

Шум и вибрации представляют собой профессиональную вредность. Длительное воздействие шума притупляет слух и может вызвать повреждение органов слуха. Шум и вибрации нарушают деятельность нервной системы человека и могут привести к различным тяжёлым заболеваниям.

Степень вредности шума определяется в основном энергией и частотой звуковых колебаний, а также продолжительностью действия шума. Если энергия звуковых колебаний очень мала, то ощущение звука не возникает. Наименьшая сила звука, при которой возникает слуховое ощущение, называется пороговой. Эта величина зависит от частоты звуковых колебаний и имеет минимальное значение при частоте около 1000 гц (рис. 89). По мере увеличения силы звука его громкость возрастает, но до определённого предела, после которого наступает болевое ощущение и может произойти поражение органов слуха.

Звуковые колебания с частотой до 20 гц не ощущаются и называются инфразвуками. Звуковые колебания с частотой свыше 20 000 гц также не ощущаются и называются ультразвуками. Кривые болевого порога и порога слышимости ограничивают область слышимых звуков.

Физиологическое ощущение изменения силы звука приближённо подчиняется закону Вебера—Фехнера, выражающему связь между величиной внешнего раздражения (изменение силы звука) и величиной полученного физиологического ощущения (изменение громкости звука). Согласно этому закону уровень интенсивности звука в зависимости от изменения силы звука выражается формулой

$$\beta = \lg \frac{I}{I_0}, \text{ б,}$$

где I — сила звука любой частоты, $\text{эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$;

I_0 — постоянная, исходная сила звука, соответствующая порогу слышимости на частоте 1000 гц ($I_0 = 10^{-9} \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$, или 10^{-16} вт/см^2).



Рис. 89. Область слышимых звуков

Уровень силы звука характеризует превышение данной силы звука I по отношению к исходной силе звука I_0 , а логарифмическая единица — бел — соответствует изменению силы звука в 10 раз.

Увеличение уровня силы звука на 1 б ощущается на слух как увеличение громкости звука примерно в два раза. Поэтому уровень интенсивности или силы звука оценивается более мелкой единицей — децибелом, равной 0,1 б, а уровень силы звука, измеряемый в децибелах

$$\beta = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дб.}$$

В децибелах оценивается также степень ослабления шума, т. е. разность двух уровней звука

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \lg \frac{I_1}{I_0} - 10 \lg \frac{I_2}{I_0} = 10 \lg \frac{I_1}{I_2}, \text{ дб.}$$

Суммарный уровень шума от N одинаковых источников в равно отдалённой от них точке определяется по формуле

$$\beta = \beta_1 + 10 \lg N, \text{ дб,}$$

где β_1 — уровень шума от одного источника,

N — количество источников шума.

При совместном действии двух различных источников шума с уровнями β_1 и β_2 суммарный уровень звука определяется из выражения

$$\beta = \beta_1 + \Delta\beta,$$

где β_1 — больший из двух суммируемых уровней шума,

$\Delta\beta$ — добавка, которая определяется из табл. 8.

Таблица 8

$\beta_1 - \beta_2, \text{ дб}$	0	1	2,5	4	6
$\Delta\beta, \text{ дб}$	3	2,5	2	1,5	1

Если разность двух уровней звука превышает 6—8 дб, то уровень менее громкого источника мало влияет на общий уровень шума и в расчёт не принимается, т. е. $\Delta\beta=0$. При действии нескольких различных источников шума их общий уровень определяется последовательным суммированием. Уровень силы звука не позволяет полностью судить о громкости шума. Одинаковые по силе, но разные по частоте звуки на слух могут казаться неодинаково громкими. Поэтому установлено понятие уровня громкости, которое измеряется в фонах.

Уровнем громкости шума или звука любой частоты называется уровень силы тона 1000 *гц*, равногромкого на слух с данными шумом или звуком. Для звуков частотой 1000 *гц* децибелы и фоны численно равны, а для звуков с частотами в интервале примерно от 400 до 5000 *гц* они мало отличаются.

Высокочастотные шумы (звонящие, свистящие) более вредны, чем низкочастотные шумы (например, шумы тихоходных агрегатов неударного действия). Поэтому согласно санитарным нормам и правилам по ограничению шума на производстве все шумы в зависимости от частоты подразделяются на три класса и для каждого из них установлены допустимые уровни шума (при нормальной продолжительности рабочего дня). В табл. 9 приведены допустимые уровни шумов.

Таблица 9

Класс шума	Частота шума <i>гц</i>	Допустимый уровень шума <i>дб</i>
I	до 350	90—100
II	от 350 до 800	85—90
III	выше 800	75—85

При шуме любого класса необходимо, чтобы речь, производимая нормальной громкостью, была разборчива на расстоянии 1,5 м от говорящего. Если по техническим причинам невозможно снизить шум до установленных норм, то работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты (наушниками, заглушками и др.). По согласованию с ВЦСПС для этих работников должен быть изменён режим труда и отдыха. Лица, работающие в помещениях, где уровень шума превосходит допустимый, проходят периодический медосмотр. Если у этих работников между двумя осмотрами существенно ухудшились слух (более 20 *дб*) или общее состояние организма, то они должны быть переведены на нешумную работу.

Шум и вибрации возникают при работе некоторых видов оборудования ударного, возвратно поступательного и вращательного действий, например, при работе электрических машин, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, шестерёнчатых механизмов и передач телеграфных аппаратов, при вращении токоискателей в автоматных залах АТС и т. д. Часто источниками шума являются неисправности в механизмах и неточность установки отдельных деталей машин.

Шум и вибрации возникают при работе некоторых видов оборудования ударного, возвратно поступательного и вращательного действий, например, при работе электрических машин, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, шестерёнчатых механизмов и передач телеграфных аппаратов, при вращении токоискателей в автоматных залах АТС и т. д. Часто источниками шума являются неисправности в механизмах и неточность установки отдельных деталей машин.

Борьба с производственным шумом и вибрацией ведётся, главным образом, конструктивными и технологическими средствами, устраняющими шумообразование. Снизить шум можно также средствами звуко- и виброизоляции или звуко- и вибропоглощения.

При проектировании новых машин, агрегатов и аппаратуры необходимо предусматривать снижение производственных шумов и вибрации.

Шум и вибрации уменьшаются в результате изменения жёсткости и массы конструкций, устраняющих резонансные явления, применения амортизаторов, предназначенных для гашения колебаний,

которые передаются на сооружения и агрегаты, повышения точности центровки, а также использования звукоизолирующих или звукопоглощающих материалов. Эффективной мерой защиты от шума и вибрации является автоматическое или дистанционное управление производственными процессами, при котором исключается необходимость пребывания людей вблизи агрегатов, создающих шум или вибрацию.

Для уменьшения шума стены производственных помещений облицовывают звукоизолирующими или звукопоглощающими материалами. В качестве таких материалов применяются гипсовые перфорированные плиты, акустические штукатурки, содержащие пемзу или шлак, газо- и пеностекло, камышит и некоторые другие материалы. В радиостудиях и студиях звукозаписи стены обивают плотной пористой тканью.

Агрегаты, вызывающие шумы и вибрации, устанавливаемые в помещениях, граничащих с тихими помещениями (крессы, ЛАЦы, конструкторские бюро и т. п.), снабжаются амортизаторами из пружин или из упругих материалов.

§ 30. Электромагнитные излучения и меры защиты

Действие электромагнитных полей и гигиенические нормативы

Работа генераторов высокой частоты сопровождается образованием в производственных помещениях электромагнитных полей, непрерывно воздействующих на организм человека. При небольшой напряжённости эти поля не оказывают вредного влияния на здоровье человека. Но при значительной напряжённости (порядка десятков вольт на метр и более) высокочастотные поля могут оказывать вредное воздействие. Степень вредности электромагнитных излучений определяется напряжённостью поля, длиной волны и продолжительностью облучения.

В случае длительного пребывания людей в зоне электромагнитных полей высокой частоты наступает повышенная утомляемость, появляются головные боли, повышается температура тела и наблюдаются функциональные расстройства нервной системы.

Интенсивность облучения сантиметровыми волнами оценивается по величине плотности потока мощности (мвт/см^2). Облучение такими волнами, кроме вышеуказанных заболеваний, может вызывать замедление пульса, а при достаточно большой интенсивности (от нескольких мвт/см^2 и более) — необратимые изменения со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем и повреждение глаз (помутнение хрусталика).

Санитарными правилами установлены предельно допустимые величины излучений (гигиенические нормативы) в местах нахождения людей.

При работе с генераторами сантиметровых волн интенсивность облучения не должна превышать:

0,01 мвт/см² — при облучении в течение всего рабочего дня;

0,1 мвт/см² — при облучении не более двух часов за рабочий день;

1 мвт/см² — при облучении не более 15—20 мин за рабочий день при условии обязательного пользования защитными очками (см. § 34).

Работа в условиях облучения с интенсивностью выше допустимых величин запрещается.

Напряжённость электрического поля в местах нахождения работающих не должна превышать:

5 в/м для укв,

20 в/м для средних и длинных волн.

Источники электромагнитных излучений и средства защиты

Источниками излучения электромагнитных волн в радиотехнических установках могут являться генераторы электромагнитных колебаний (магнетроны, лампы бегущей волны), линии передач от генератора к антенне, антенна или её эквивалент, катодные выводы магнетронов, отверстия и щели в сочленениях тракта передачи энергии волн и т. п. Интенсивность излучения наиболее значительна вблизи излучающих систем (генератора, антенны, открытого конца волновода и т. д.). Так, например, в антенных павильонах и вблизи длинноволновых и средневолновых антенн напряжённость электрического поля может достигать нескольких тысяч вольт на метр, что опасно для жизни человека.

Основным и наиболее эффективным способом защиты людей от электромагнитных облучений является автоматизация технологических процессов, дистанционное управление высокочастотными установками и вынесение источников излучения из помещений.

При непосредственном обслуживании высокочастотных установок предусматриваются средства защиты, снижающие интенсивность облучения до предельно допустимых величин. Весьма эффективным способом защиты служит экранирование источников излучения при помощи металлических камер или щитов. В материале электромагнитного экрана возникают вихревые токи, создающие поле, противоположное экранируемому, в результате чего электромагнитное поле локализуется.

Наиболее эффективной защитой от облучения сантиметровыми волнами является поглощение излучаемой энергии непосредственно у источника излучения. Например, при испытаниях генераторов сантиметровых волн интенсивность облучения можно снизить, используя вместо антенны эквивалентную нагрузку (поглотитель мощности), где вся передаваемая энергия поглощается

веществом, заполняющим поглотитель (порошковое железо с различными наполнителями, пластмасса, вода и др.). Чтобы уменьшить отражение волн, поглощающие элементы выполняются в ступенчатой или клинообразной форме. На рис. 90 показаны схемы поглотителей для коаксиальных и волноводных линий различной мощности.

Во время испытаний и при настройке установок свч и антенно-фидерных устройств интенсивность излучений может быть сниже-

на при помощи заземлённой экранирующей камеры, выполненной из металлических листов или сеток. Конструкция и размеры экранирующего устройства зависят от характера излучения (непосредственное, паразитное, направленное или ненаправленное) и излучаемой мощности. При небольшой мощности (порядка нескольких мвт/см^2) для экранирования могут применяться сетки с достаточно малым размером ячеек. Например, в диапазоне волн от 1 до 10 см сетка, имеющая 560 ячеек на 1 см^2 , и с диаметром проволоки 0,08 мм даёт ослабление мощности свч от 25 до 45 дб. При большой мощности экраны выполняются из сплошного листового металла.

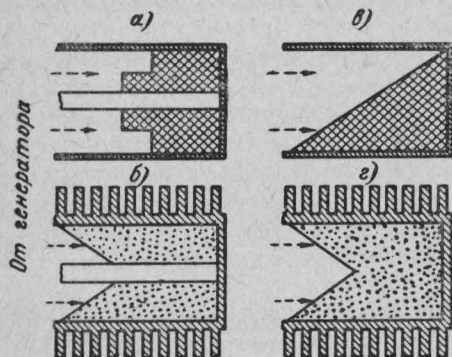


Рис. 90. Поглотители мощности: а) поглотитель малой мощности (несколько ватт) с наполнителем из порошкового железа; б) поглотитель большой мощности (200—1000 вт) с графито-цементным наполнителем; в и г) — волноводные поглотители малой и большой мощностей

В некоторых случаях (при испытании антенных устройств) отражение волн от стенок камеры может привести к нарушению процесса испытаний. Поэтому отражающие поверхности камеры покрывают поглощающим материалом типа ХВ-2, ХВ-3 (магнитоэлектрические пластины из ферромагнитного порошка со связующим диэлектриком) или типа В2Ф2, В2Ф3 (специальные резиновые листы с коническими шипами) и др.

При пространственном излучении камера должна полностью окружать источник излучения. При остронаправленном излучении (антенные устройства) могут применяться неполные экраны (рис. 91) с обязательным покрытием внутренних стенок поглощающим материалом.

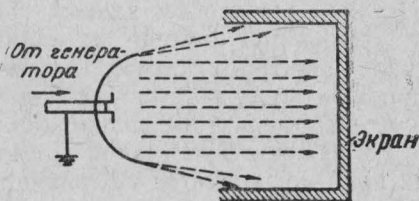


Рис. 91. Экранирующая защита от остронаправленного излучения антенны

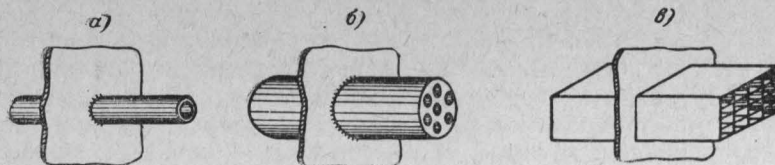


Рис. 92. Смотровые и вентиляционные отверстия в экранирующих камерах:

а) трубка, б) цилиндрические отверстия, в) решётка

При устройстве в экранирующих камерах и шкафах генераторных установок, смотровых окон и вентиляционных отверстий необходимо устранить возможность излучения через них энергии свч. Для этого отверстия выполняются в виде трубок кругового или прямоугольного сечения, впаянных в стенки камеры (рис. 92). При достаточно малых поперечных размерах (меньше критического значения рабочих длин волн) эти трубки представляют собой отрезки предельных волноводов, в которых происходит значительное ослабление энергии волн. В трубке круглого сечения (рис. 92а, б) ослабление энергии на 1 см длины трубки определяется по приближённой формуле

$$\alpha = \frac{32}{D}, \frac{\partial \delta}{\text{см}},$$

где D — диаметр трубки, см.

Для трубок прямоугольного сечения (рис. 92в)

$$\alpha = \frac{27}{a}, \frac{\partial \delta}{\text{см}},$$

где a — размер большой стороны прямоугольника, см.

Ручки управления выводят через стенки экранирующей камеры также при помощи трубок впаянных в стенки камеры и представляющих собой волноводные или коаксиальные линии. На

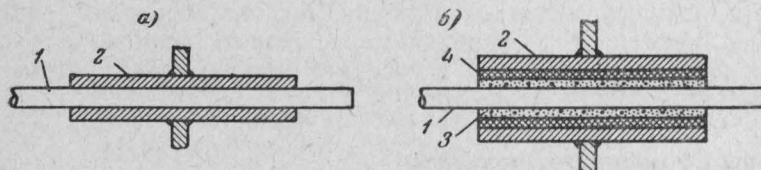


Рис. 93. Выводы ручек управления из экранирующей камеры:

а) диэлектрической ручки, б) металлической ручки

рис. 93а показан вывод ручки управления, насаженной на диэлектрический стержень 1, который находится внутри металлической трубки 2. Ослабление энергии в трубке-волноводе на 1 см длины трубки определяется по формуле

$$\alpha = \frac{32}{D\sqrt{\epsilon}}, \frac{\partial \delta}{\text{см}},$$

где D — диаметр трубки, см,

ϵ — относительная диэлектрическая постоянная стержня (для гетинакса $\epsilon = 4$).

На рис. 93б показан вывод ручки управления, представляющий собой коаксиальную линию. Внешним проводником служит трубка 2, а внутренним — металлический стержень 1 (ручка управления). Промежуточная полость между стержнем и трубкой заполнена порошковым железом или графитом 3, изолированным от стенок трубки цилиндрической прокладкой 4.

Такой вывод органов управления приводит к ослаблению энергии (в зависимости от материала наполнителя) порядка нескольких децибел на 1 см длины трубки.

Экранировка рабочих мест

Если по условиям производственного процесса невозможно уменьшить интенсивность излучения до допустимых значений, необходимо экранировать рабочие места. Для этого устраивают специальные кабины, откуда работающие управляют установкой. Чтобы излучения не проникали внутрь кабины через щели, неплотности окон и дверей, окна следует закрывать металлическими сетками, а двери располагать по возможности с противоположной стороны от излучающего устройства и держать их закрытыми во время работы установки.

Рабочие места для работников, не связанных непосредственно с обслуживанием излучающих устройств, ограждают камерой из металлических сеток или листов металла. В случаях, когда отражение волн от стенок камеры может нарушить производственный процесс, стенки камеры, обращенные в сторону излучающего устройства, покрывают поглощающим материалом. При остронаправленном излучении применяют передвижные щиты, покрытые поглощающим материалом. Остронаправленное излучение можно направлять также вверх под большим углом. При работе генераторов с большой излучаемой мощностью на полигонах, радиорелейных линиях и т. д. необходимо исключить возможность облучения людей, находящихся в соседних помещениях, куда излучения могут проникать через стены.

Измерение мощности полей свч

На участках настройки, испытания и эксплуатации генераторов сантиметровых волн систематически (не реже одного раза в год) и дополнительно при установке новой аппаратуры измеряют интенсивность облучения при максимально возможных мощностях излучения. Для измерения плотности потока мощности применяют приборы типа «Медик» или измерители малой мощности (ИММ), выпускаемые промышленностью. Схема измерения показана на рис. 94. На вход измерителя через аттенуатор присоединяется эталонная (измерительная) антенна. Измеритель малой мощности присоединяется к эталонной антенне через коаксиально-волноводный переход или кабель, затухание которых заранее известно. Ап-

паратуру устанавливают на месте, где необходимо выполнить измерение, и подготавливают к действию. Место для проведения контрольных замеров плотности потока мощности выбирают в направлении излучения источника на различных расстояниях от него, а также в примыкающих помещениях. Антенну устанавливают в положение, соответствующее максимально принимаемой мощности, и фиксируют показания прибора.

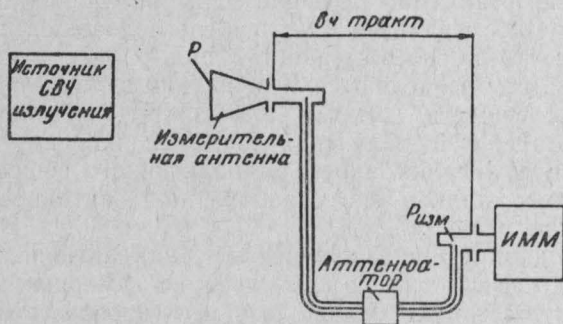


Рис. 94. Схема измерения мощности электромагнитного поля

Плотность потока мощности в раскрыве антенны с учётом затухания в высокочастотном тракте определяется по формуле

$$\rho = \frac{K_T P_{\text{ср}}}{A_{\text{эфф}}} \cdot \frac{\text{мквт}}{\text{см}^2},$$

где K_T — коэффициент затухания вч тракта, соединяющего антенну с измерителем мощности (затухание кабельной цепи или коаксиально-волноводных переходных устройств, дополнительных аттенюаторов);

$P_{\text{ср}}$ — средняя мощность, рассеянная в термисторе измерителя мощности, мквт/см^2 (определяется по прибору с учётом указаний инструкции по эксплуатации измерителя);

$A_{\text{эфф}}$ — эффективная (действующая) поверхность измерительной антенны, см^2 ($A_{\text{эфф}} = \frac{G\lambda^2}{4\pi}$, где G — коэффициент усиления антенны, который обычно приводится в её паспорте, а λ — длина волны в свободном пространстве).

В каждом выбранном месте измерения производят на высоте 0,5; 1 и 1,5 м от пола (земли) и не менее трёх раз, а затем определяют среднее арифметическое значение этих измерений, которое и является результатом измерения плотности потока мощности.

§ 31. Радиоактивные излучения и меры защиты

Доза излучения

Радиоактивные излучения вызывают ионизацию тканей человеческого организма, в результате чего нарушается нормальная жизнедеятельность организма. Большие дозы облучения могут вызвать тяжёлые заболевания и даже гибель человека. Степень возможной опасности и способы защиты при работе с радиоактивными веществами определяются в основном видом используемых радиоактивных веществ (открыт или закрыт источник излучения), видом и энергией излучения (внешнее или внутреннее облучение), физическим состоянием радиоактивного вещества (твёрдое, порошковое, жидкое или газообразное), активностью и радиотоксичностью вещества.

Уровень ионизирующего излучения радиоактивных веществ оценивается дозой излучения, которая измеряется в рентгенах. Рентген представляет собой дозу рентгеновского или гамма-излучения в воздухе, при которой на 0,001 293 г сухого воздуха (1 см^3 при давлении 760 мм рт.ст. и $t=0^\circ\text{C}$) образованные ионы одного знака имеют суммарный заряд, равный одной электростатической единице количества электричества.

Доза излучения определяется по формуле

$$D = \frac{K_\gamma Q}{R^2} t, \text{ р},$$

где K_γ — гамма-постоянная изотопа, $\frac{\text{р} \cdot \text{см}^2}{\text{ч} \cdot \text{мкюри}}$;

Q — активность источника излучения, мкюри;

R — расстояние от источника излучения, см;

t — продолжительность излучения, ч.

Гамма-постоянная изотопа или ионизационная постоянная представляет собой дозу, которую создаёт 1 мкюри данного изотопа на расстоянии 1 см за 1 ч. Величина K_γ для разных изотопов приводится в справочной литературе [Л13].

Доза излучения в единицу времени называется мощностью дозы

$$P = \frac{D}{t}, \frac{\text{мр}}{\text{ч}}, \frac{\text{мр}}{\text{день}} \text{ и т. д.}$$

Поглощённая доза излучения характеризуется энергией, поглощённой в единице массы облучаемого вещества. Единицей поглощённой дозы принято считать «рад», равной 100 эрг на 1 г облучённого вещества.

Ионизирующая способность различных видов излучения неодинакова. Поэтому равные поглощённые дозы различных излу-

чений по-разному влияют на организм человека. Для оценки степени облучения людей, независимо от вида облучения, установлен биологический эквивалент рентгена (*бэр*), равный количеству энергии любого вида излучения, поглощённого в биологической ткани, биологическое действие которой эквивалентно действию на организм 1 *р* гамма-излучений. Разница в воздействии на организм человека различных видов ионизирующих излучений оценивается величиной, которая называется относительной биологической эффективностью (ОБЭ).

Человек непрерывно подвергается облучению за счёт естественного радиоактивного фона, создаваемого космическими излучениями и окружающей природой, при этом мощность дозы составляет приблизительно 0,01 *мр/ч*. При работе с радиоактивными веществами могут возникать значительно большие уровни облучения, опасные для жизни человека.

В целях защиты людей от переоблучения установлены предельно допустимые дозы облучения (ПДД) сверх естественного фона.

Согласно санитарным правилам [Л13] установлены три категории облучения и три группы критических органов, для которых предусмотрены различные предельно допустимые дозы облучения. При внешнем облучении всего организма ПДД не должны превышать следующих значений:

категория А — для лиц, работающих непосредственно с источниками ионизирующих излучений (профессиональное облучение), — 0,1 *бэр* в неделю;

категория Б — для лиц, не занятых непосредственно работой с радиоактивными веществами, но находящихся в служебное время в помещениях и на открытом воздухе в пределах санитарно-защитной зоны, — 0,01 *бэр* в неделю;

категория В — для населения, живущего на территории, граничащей с санитарно-защитной зоной, — 0,001 *бэр* в неделю.

Годовая доза облучения не должна превышать 5 *бэр*, а суммарная доза профессионального облучения

$$D \leq 5(N - 18), \text{ бэр,}$$

где *N* — возраст человека,

18 — возраст начала профессионального облучения (лет).

Суммарная доза профессионального облучения к 30 годам не должна превышать 60 *бэр*. При необходимости (аварийных работах) для лиц старше 30 лет годовая доза может быть увеличена до 12 *бэр*.

Предельно допустимые мощности дозы и ОБЭ различных видов ионизирующих излучений приведены в табл. 10.

Вид излучения	ОБЭ	Мощность дозы мрад/неделя
Гамма- и рентгеновские лучи	1	100
Бета-частицы и электроны	1	100
Протоны и альфа-частицы	10	10
Многочargedные ионы и ядра отдачи	20	5
Тепловые нейтроны	3	33
Быстрые нейтроны	10	10

Защита от радиоактивных излучений

Защита людей от чрезмерного облучения может быть достигнута экранированием источников излучения, увеличением расстояния от источника до рабочих мест и уменьшением времени облучения.

Для защитных экранов могут быть использованы различные материалы, так как любое вещество поглощает излучения и при достаточной толщине слоя обеспечивает необходимую защиту. Толщина экрана для различных видов излучения выбирается в за-

висимости от энергии излучения [Л13]. Защита «расстоянием» достигается благодаря применению различных инструментов и приспособлений, позволяющих дистанционно осуществлять те или иные операции (рис. 95) или управлять аппаратами и приборами. Защита «временем» достигается при соответствующей организации работ.

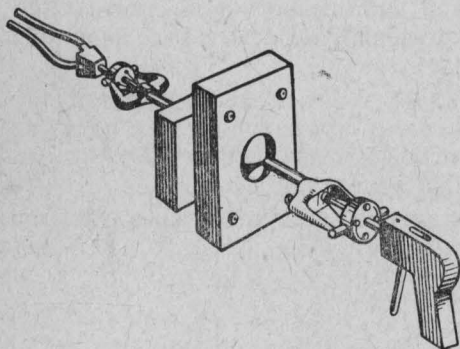


Рис. 95. Дистанционный инструмент

При работе с радиоактивными веществами открытого вида возникает опасность как внешнего, так и внутреннего облучения. Для предупреждения внутреннего облучения необходимо исключить возможность непосредственного контакта с радиоактивными веществами, не допускать попадания радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны, загрязнения одежды и т. д. Это может быть достигнуто в результате герметизации радиоактивных препаратов при их хранении, транспортировке и выполнении работ, устройства местной вентиляции и применения индивидуальных защитных средств (респираторов, специальных костюмов для работы с радиоактивными веществами и т. п.). Если источник излучения

необходимо извлечь из контейнера, то следует пользоваться дистанционным инструментом и ни в коем случае не прикасаться к источнику руками. В контрольно-измерительных приборах и аппаратах разрешается использовать только закрытые источники излучения.

В нерабочем положении приборы (источники излучения) должны находиться в защитном устройстве. Но при использовании прибора создаётся опасность облучения из-за наличия пучка ионизирующих излучений и возникновения рассеянного излучения.

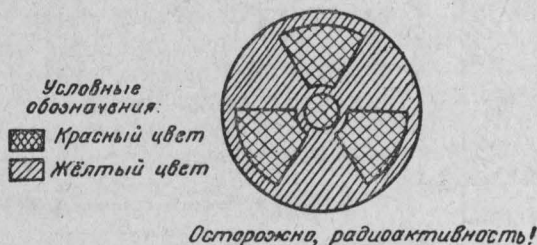


Рис. 96. Знак радиационной опасности

Поэтому прибор эксплуатируют в строгом соответствии с инструкцией к данному прибору. При эксплуатации приборы и аппараты размещают или дополнительно экранируют таким образом, чтобы в местах нахождения лиц, не работающих с радиоактивными веществами, излучения не превышали допустимых величин.

При наличии опасной зоны, обусловленной излучением источника прибора, её граница должна обозначаться знаками радиационной опасности (рис. 96). Мощность дозы излучения на поверхности блока прибора с источником излучения не должна превышать 10 мр/ч , а на расстоянии 1 м от прибора — $0,3 \text{ мр/ч}$.

В период прекращения работы прибора или аппарата выход пучка излучений перекрывается устройством, предусмотренным конструкцией прибора (рис. 97).

На предприятиях связи радиоактивные изотопы применяют для нахождения мест повреждения свинцовой оболочки кабеля. В оболочку повреждённой секции кабеля вместе с нагнетаемым воздухом вводится радиоактивный газ (радон).

Запаянные стеклянные ампулы с радиоактивными веществами хранят в толстостенных свинцовых контейнерах (рис. 98а). Вынутую из контейнера ампулу 1 (рис. 98б) с радиоактивным газом

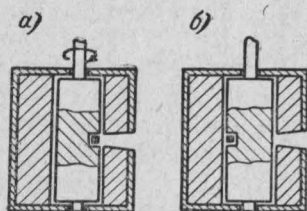


Рис. 97. Схема перекрытия пучка:

- а) положение препарата во время работы (измерения).
- б) в перерывах между измерениями

вкладывают в резиновый шланг 2, один конец которого соединяют с кабелем 3, а другой конец через осушитель 4 присоединяют к баллону 5 со сжатым воздухом. Давление газа регулируется при помощи редуктора). После этого ампулу раздавливают (щип-

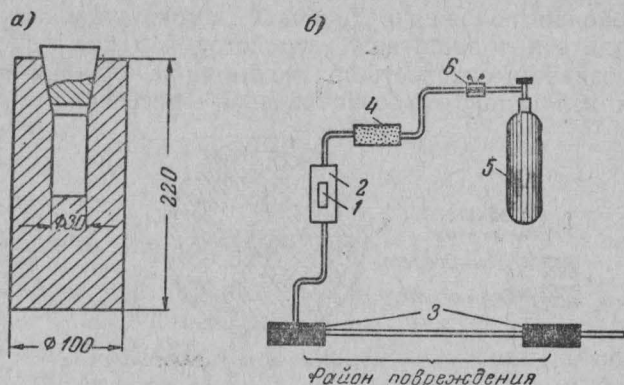


Рис. 98. Хранение и использование радиоактивных изотопов:

а) контейнер для хранения и транспортировки, б) схема введения изотопа в кабель

цами) в шланге и вместе с воздухом, поступающим из баллона, радиоактивный газ переносится в кабель. Спустя 20—30 мин воздушную установку отсоединяют от кабеля. Вскрытие контейнера и введение ампулы с изотопом в шланг производятся в резиновых перчатках.

В месте повреждения кабеля, где под действием избыточного давления воздух выходит из оболочки, появляются радиоактивные излучения, которые обнаруживают при помощи радиометра. Все рабочие ремонтной бригады, в том числе и оператор, обследующий трассу с радиометром, должны быть в комбинезонах. До начала откопки или ремонта повреждённого кабеля необходимо проверить дозиметром, подвешенным над местом максимальной радиоактивности (на высоте 0,5 м), дозу возможного облучения.

Широкое применение радиоактивных веществ в технике, медицине и в других отраслях народного хозяйства вызвало необходимость перевозки посылок с радиоактивными веществами. Посылки перевозят в специальных контейнерах, дополнительно упакованных в картонные или металлические ящики. Общий вес посылки (включая упаковку) должен быть не более 20 кг.

Посылки с радиоактивными веществами принимают, хранят и обрабатывают в специально оборудованных помещениях. Полы в помещении и рабочая поверхность столов должны быть покрыты линолеумом, а стены (на высоте двух метров) и наружная поверхность рабочей мебели (шкафы, столы, полки и т. п.) окрашены масляной краской.

В почтовых вагонах посылки с радиоактивными веществами перевозят в железных сундуках типа «Вулкан», а при их отсутствии — в шкафу транзитной кладовой. В городах и по трактам посылки перевозят в специально оборудованных автомашинах, укомплектованных набором индивидуальных средств защиты от радиоактивных загрязнений и специальных инструментов (длинные щипцы и др.).

Работники связи во всех случаях не должны вскрывать посылки с радиоактивными веществами. При нарушении герметичности посылок во время транспортировки необходимо удалить всех лиц от места аварии на расстояние не менее 1 м, оградить его, засыпать место разлива радиоактивных веществ опилками, собрав их затем в специальный сборник-контейнер. По прибытии к месту назначения необходимо проверить дозиметрическими приборами индивидуальные дозы облучения работающих, радиоактивную загрязненность поверхности, где произошла авария, спецодежды и спецобуви.

Радиометрический и дозиметрический контроль

Для того чтобы предупредить чрезмерное облучение работающих, проводится радиометрический и дозиметрический контроль. На всех лиц заполняют индивидуальные карточки, в которых указывают дозы внешнего облучения и характеризуют загрязненность поверхностей на рабочих местах. В зависимости от объема и характера работ контроль осуществляет служба радиационной безопасности или специально выделенное лицо.

Интенсивность радиоактивных излучений обнаруживают и измеряют разными методами по тем эффектам, которые возникают при взаимодействии ионизирующих излучений с облучаемым веществом (ионизация вещества, фотоэффект, свечение, химические изменения и др.).

Ионизационный метод основан на том, что воздух (или другой газ) при воздействии радиоактивных излучений становится электропроводным. Прибор состоит из ионизационной камеры 1 (рис. 99а), представляющей собой конденсатор, к обкладкам которого прикладывается разность потенциалов, изолятором слу-

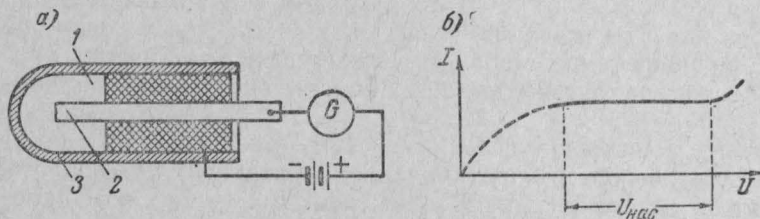


Рис. 99. Схема ионизационного прибора:
а) схема ионизационной камеры, б) зависимость силы тока через камеру от напряжения между электродами

жит воздух. При отсутствии ионизирующих излучений тока в цепи нет. При наличии ионизирующих излучений воздух в камере ионизируется и в цепи появляется ток. Так как часть образованных ионов рекомбинирует, величина тока зависит от напряжения между пластинами конденсатора и интенсивности излучения. Однако при напряжении насыщения, т. е. когда все образованные ионы попадают на пластины конденсатора, величина тока зависит только от интенсивности излучения (рис. 99б). По величине тока, при работе прибора в режиме насыщения, определяется ионизационный эффект и, следовательно, интенсивность излучения.

В сцинтилляционных приборах используются свойства некоторых веществ (люминофоров), которые начинают светиться под воздействием ионизирующих излучений. При наличии излучений в люминофоре появляются вспышки света (сцинтилляция), которые можно наблюдать визуально. При помощи фотоэлектрических умножителей можно регистрировать очень слабые световые вспышки. По интенсивности сцинтилляции определяют интенсивность ионизирующих излучений.

Фотографический метод дозиметрии основан на том, что облучённая фотографическая эмульсия после её проявления чернеет. Плёнку в специальном футляре помещают на те места, где проверяют дозу облучения (руки, грудь и т. п.). По степени почернения плёнки после её проявления судят о величине дозы по сравнению с эталоном. Этот метод широко используется для индивидуальной дозиметрии.

Химический способ основан на свойствах некоторых веществ изменять свою окраску в результате химических реакций, протекающих под воздействием ионизирующих излучений. По степени изменения цвета судят о величине дозы.



Индивидуальные защитные средства

§ 32. Защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок

При обслуживании электроустановок применяются изолирующие защитные средства: штанги, клещи, инструменты с изолирующими ручками, резиновые перчатки и боты, изолирующие подставки, резиновые коврики и т. д.

Изолирующие защитные средства подразделяются на основные и дополнительные.

Основными считаются защитные средства, изоляция которых надёжно выдерживает рабочее напряжение установки и при посредстве которых допускается прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Защитные средства, которые не могут при данном напряжении обеспечить надёжную защиту от поражения током, считаются дополнительными. Они служат для повышения эффективности основных защитных средств.

Защитные средства делаются из изолирующих материалов с устойчивой характеристикой. Такими материалами являются, например, бакелит, эбонит, гетинакс, полиэтилен, дельта-древесина и специальные сорта резины.

Изолирующие штанги (рис. 100а) служат для включения и отключения разъединителей, закорачивания проводов и наложения временных заземлений, для устройства временной подводки тока и т. п.

Изолирующие клещи (рис. 100б) применяют при смене плавких вставок трубчатых предохранителей. Рабочей частью клещей являются губки, которыми захватывают и плотно обжимают патрон трубчатого предохранителя. При снятии предохранителей под напряжением работающий должен пользоваться также резиновыми перчатками и надевать защитные очки.

Указатели напряжения (индикаторы) служат для проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях электроустановки. При проверке напряжения в проводах и установках связи напряжением от 60 до 240 в применяют индикатор низкого напряжения типа ИНН-1 или контрольную лампочку.

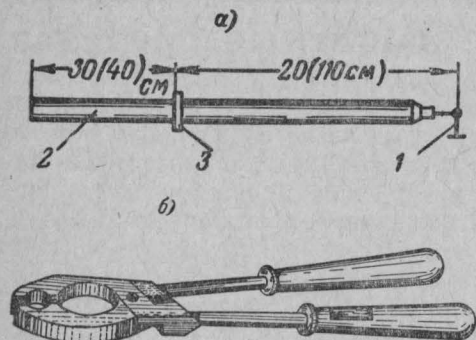


Рис. 100. Изолирующая штанга и клещи:

- а) штанга:
(1 — наконечник, 2 — рукоятка, 3 — упор для ограничения захвата);
б) клещи

Если коснуться провода одним из наконечников (рис. 101б), соответствующая лампочка при наличии напряжения начинает светиться.

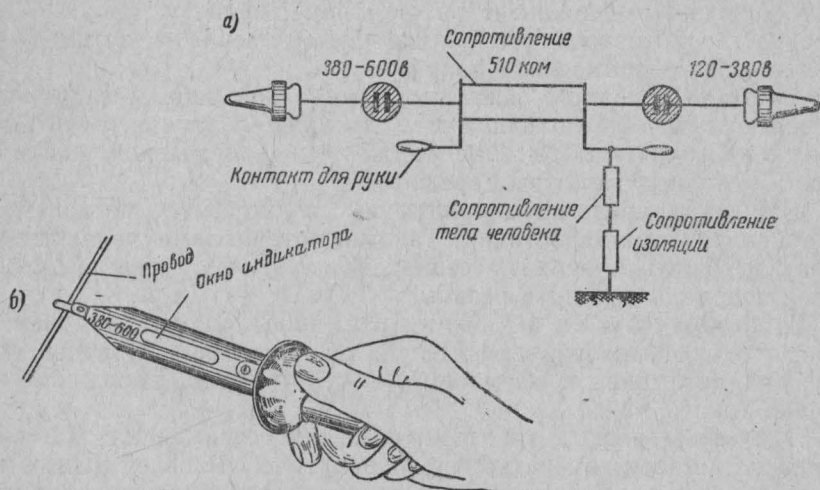


Рис. 101. Указатель напряжения:

- а) электрическая схема указателя типа ИОН-4, б) проверка напряжения указателем

Прежде чем пользоваться указателем напряжения, необходимо убедиться в его исправности: тщательно осмотреть и проверить на установке, заведомо находящейся под напряжением.

Монтёрский инструмент (ключи, отвёртки, пассатижи и др.) с изолирующими ручками широко применяется для разнообразных работ по монтажу и обслуживанию аппаратуры. Изолирующий материал, которым покрыты ручки, не должен поддаваться разъеданию от действия пота, бензина, керосина и серной кислоты. Длина ручек должна быть не менее 10 см. Изолирующие части ручек должны плотно прилегать к металлическим частям инструмента, иметь гладкую поверхность без трещин, изломов и заусенцев. Материалом, удовлетворяющим указанным выше требованиям, является полиэтилен.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши, изготовляемые из специальных сортов резины, широко применяют в качестве защитных средств. Но резина легко прокалывается, поэтому перед каждым применением диэлектрических защитных средств необходимо тщательно проверить их состояние. Для проверки годности перчаток их следует свернуть по направлению к пальцам (рис. 102). При наличии прокола или пореза выходящий наружу воздух позволяет обнаружить повреждение.

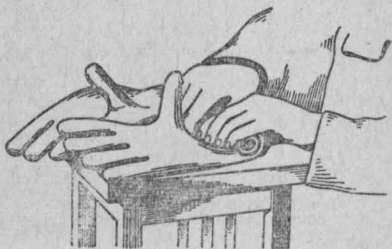


Рис. 102. Проверка исправности диэлектрических перчаток

Диэлектрические коврики и дорожки применяют в качестве дополнительных защитных средств. Толщина коврика должна быть не менее 3—5 мм для установок напряжением до 1000 в и не менее 7—8 мм для установок выше 1000 в, ширина коврика или дорожки должна быть не менее 50 см.

Чтобы избежать скольжения, поверхность ковриков делается шероховатой или рифлёной. Коврики обязательно должны быть около всех распределительных щитов, шкафов, ограждений передатчиков, шкафов выпрямителей, радиовещательных усилителей и т. п.

Все защитные средства, применяемые при работе с электротехническими установками (штанги, клещи, перчатки, боты и т. п.), периодически, в установленные сроки, испытываются под напряжением. На рис. 103 дана схема установки для испытания бот и галош. Изделия заливают водой и погружают в ванну с водой так, чтобы края их оставались сухими. Один электрод испытательного трансформатора погружается внутрь изделия, а другой опускается в сосуд вне изделия.

Испытательное напряжение для основных защитных средств должно быть не меньше трёхкратного значения напряжения установки. Изделие считается годным, если при испытании не возни-

жает пробоя и максимальный ток утечки не превышает установленных величин.

После испытания на защитные средства, пригодные к использованию, ставится клеймо с указанием допустимого напряжения и даты испытания. Защитные средства, признанные негодными,

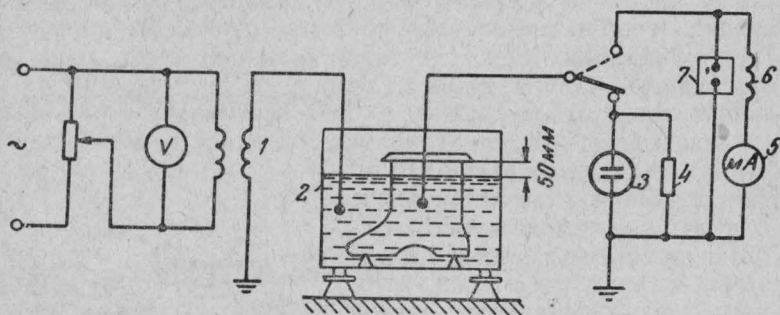


Рис. 103. Схема электрического испытания защитных средств:
1 — трансформатор, 2 — бак с водой, 3 — неоновая лампочка, 4 — шунтирующее сопротивление, 5 — миллиамперметр, 6 — дроссель, 7 — телефонный разрядник

должны быть изъяты из употребления. Защитные средства с истекшим сроком очередного испытания также не допускаются к использованию.

Предупредительные плакаты напоминают об опасности приближения к частям оборудования, находящимся под напряжением, об опасности производства той или иной операции, запрещают включение аппаратов, которыми может быть подано напряжение на места, где производится работа, и т. п. В зависимости от содержания плакаты подразделяются на четыре группы:

- предостерегающие (например: *Стой, опасно для жизни*);
- запрещающие (например: *Не включать, работа на линии*);
- разрешающие (например: *Работать здесь*);
- напоминающие (например: *Заземлено*).

По своему назначению плакаты делятся на постоянные и временные (переносные). Для надёжного закрепления на месте временные плакаты должны иметь зажимы, крючки, шнуры или другие приспособления. Изготавливать переносные плакаты рекомендуется из изоляционного материала.

§ 33. Средства защиты от падения с высоты

Для защиты от падения с высоты (при работе на крышах, опорах) применяют предохранительные пояса (рис. 104), изготовленные из сложенной вдвое прочной хлопчатобумажной ткани тол-

щиной не менее 2 мм. К поясу с наружной стороны прикреплены заклёпками стальные накладки с кольцами, которые служат для закрепления стропы (крепительной цепи) к поясу. Один конец стропы прикреплён к поясу наглухо, а другой конец — при помощи карабина, позволяющего крепить стропу к поясу быстро и надёжно.

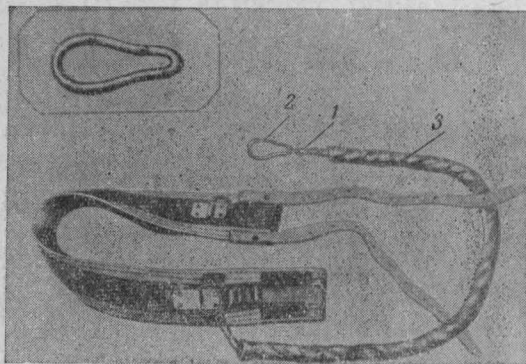


Рис. 104. Предохранительный пояс:
1 — стропа, 2 — карабин, 3 — чехол

Для электробезопасности на крепительную цепь по всей её длине надевается брезентовый шланг (чехол).

Не реже одного раза в шесть месяцев пояс испытывается на прочность. Для этого застёгнутый на обе пряжки пояс подвешивают на перекладине П-образной стойки. К середине цепи с застёгнутым за кольцо карабином прикрепляют груз весом 225 кг, который выдерживается в течение 5 мин. Пояс считается пригодным к использованию, если после снятия груза на его деталях отсутствуют следы повреждения.

Применяемые для работы на опорах монтерские когти также проверяют один раз в шесть месяцев. Для этого когти укрепляют в рабочем положении на столбе и к середине застёгнутого ремня стремени подвешивают груз весом 135 кг. После 5-минутного испытания на пригодных к использованию когтях не должно быть остаточных деформаций, а на ремнях и пряжках — следов повреждений.

§ 34. Средства защиты глаз

Для защиты глаз от вредных излучений и ожогов, механических повреждений и действия химических веществ применяют предохранительные очки различных типов, щитки и шлемы.

От брызг кислоты, щёлочи, антисептиков и других едких веществ глаза защищают герметические очки с обыкновенными стёклами в резиновой оправе. При ремонтных работах, например резке кабеля, шлифовке колец коллектора, смене предохранителей, при-

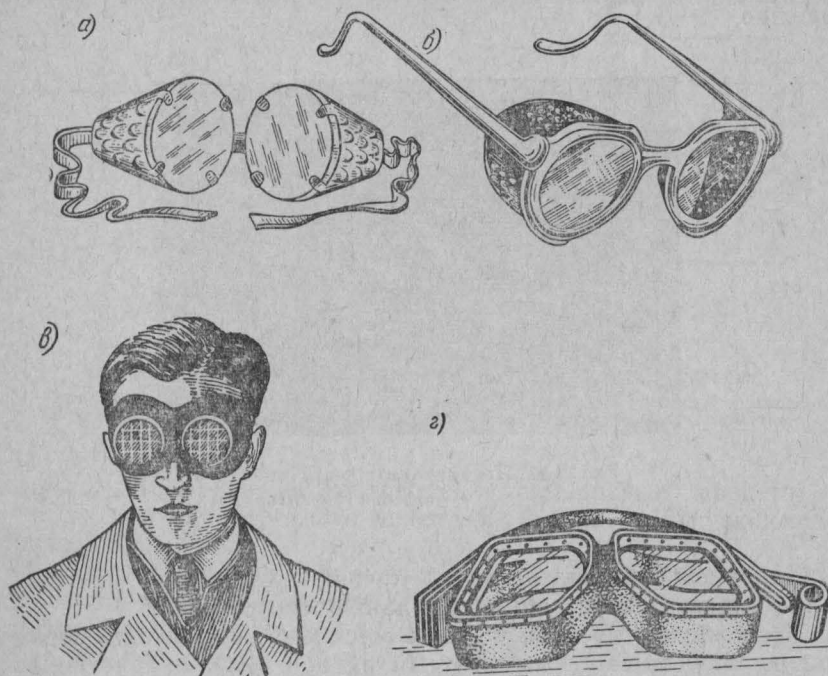


Рис. 105. Защитные очки:

а) чешуйчатые, вентиляционного типа, б) очки типа ОЗ-Н, в) очки сетчатые для защиты от электромагнитных волн, г) очки с экранирующей прозрачной плёнкой типа ОРЗ-5 для защиты от свч

меняют очки с боковыми чешуйчатыми обоймами (рис. 105а). Стёкла этих очков должны быть тугоплавкими и механически прочными.

Защитные очки должны хорошо прилегать к лицу, не раздражать кожу, иметь малый вес и по возможности обеспечивать вентиляцию подочкового пространства. Отсутствие этих качеств затрудняет их использование и служит причиной отказа от их применения, что может привести к травматизму глаз.

Очки типа ОЗ-Н в капроновой оправе (рис. 105б) обеспечивают круговую защиту глаз и имеют сбоку специальные отверстия для вентиляции и предотвращения запотевания стёкол. Заушники очков можно изгибать таким образом, чтобы получить хорошее прилегание оправы к лицу.

Для защиты глаз от облучения электромагнитными волнами свч применяют сетчатые очки (рис. 105в) или очки, стёкла которых покрыты тонкой прозрачной и бесцветной плёнкой из полупроводниковой двуокиси олова (рис. 105г). Защитное действие очков, покрытых плёнкой, основано на том, что плёнка экранирует и поглощает часть падающей на неё энергии электромагнитного поля свч. Очки, покрытые плёнкой с одной стороны стёкол, ослабляют мощность излучения свч в диапазоне $3 \div 150$ см в 300—1000 раз, а покрытые плёнкой с обеих сторон стёкол — в 3000—10 000 раз. Оправа очков выполнена из пористой резины и оклеена с внешней стороны специальной (экранирующей) тканью, ослабляющей мощность поля в 100—1000 раз.

§ 35. Средства защиты органов слуха

Для защиты органов слуха от шума, кроме общих строительно-акустических мер (см. § 29), применяют внутренние и наружные противошумы. Внутренние противошумы (вкладыши) представляют собой комочки ваты, пропитанные воском, глицерином или вазелином, которые закладывают в уши. В качестве внутреннего противошума очень эффективно ультратонкое стекловолокно (УТВ), приготовленное в виде круглых тампонов, закладываемых в уши.

Наружные противошумы в виде наушников (рис. 106) представляют собой круглые или овальные чашечки из проклеенной прессо-

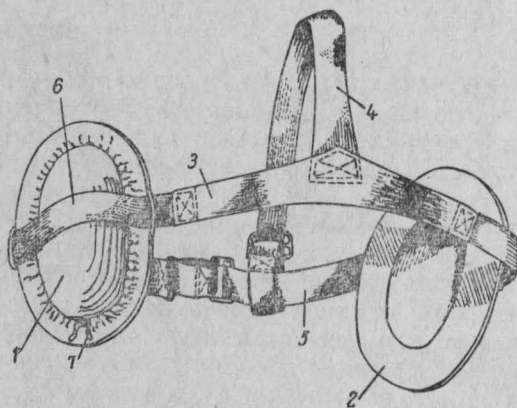


Рис. 106. Противошумные наушники типа МИОТ:
1 — бумажная чашечка, 2 — матерчатый чехол, 3, 4 — матерчатый ремень, 5—6 — резиновая тесьма, 7 — затяжки чехла

ванной бумаги, заполненные материалом (ватой) для глушения шума. Наушники укрепляют на голове при помощи матерчатых или резиновых ремешков.

Для защиты органов слуха телефонистов междугородных, городских и сельских телефонных станций от акустических ударов во время грозы или при замыкании ЛЭП на провода связи, на телефонных станциях применяют

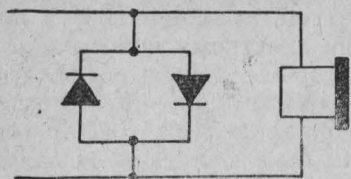


Рис. 107. Схема ограничителя амплитуд

электролитические или селеновые амплитудные ограничители, которые подключаются параллельно телефону микрофонной гарнитуры (рис. 107). При нормальных условиях сопротивление амплитудного ограничителя велико, поэтому он не пропускает тока и не влияет на качество телефонного приёма. При по-

вышении напряжения за счёт грозового разряда ток проходит через амплитудный ограничитель, минуя телефонную трубку.

§ 36. Средства защиты органов дыхания

Для защиты органов дыхания от вредных паров, газов и пыли применяют промышленные противогазы, респираторы, шланговые и кислородные приборы.

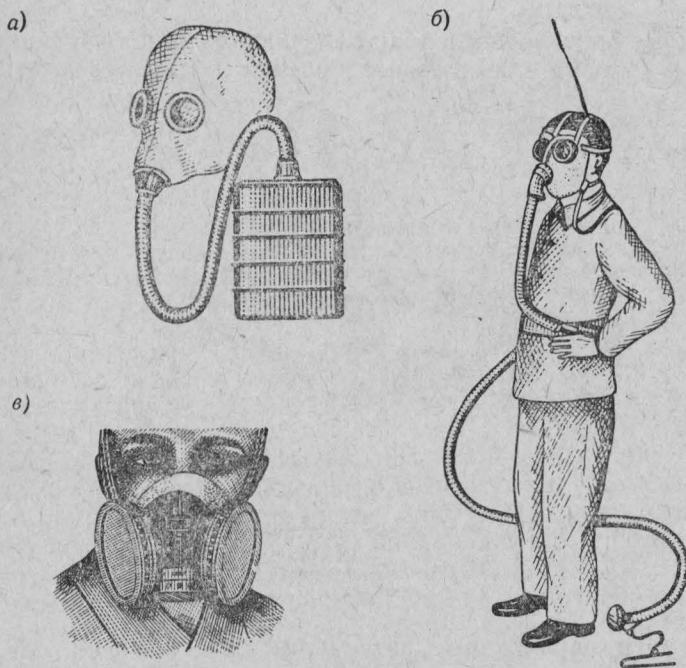


Рис. 108. Приборы защиты органов дыхания: а) противогаз, б) шланговый прибор, в) респиратор

По принципу действия противогазы разделяются на фильтрующие и изолирующие. В фильтрующих противогазах (рис. 108а) вдыхаемый воздух проходит через противогазную коробку, заполненную поглотителями вредных веществ (активированный уголь, темза, химпоглотитель). Очищенный в коробке воздух поступает через вдыхательный клапан под шлем. Выдыхаемый воздух выходит из-под шлема через выдыхательный клапан. Фильтрующие противогазы могут применяться для защиты только от того газа, для которого они предназначены, при условии, что концентрация вредных газов не выше предела, установленного для данного противогаза, и в воздухе содержится не менее 16% кислорода.

В изолирующих противогазах для дыхания используется кислород, находящийся в самом противогазе (кислородный прибор), или воздух, поступающий через длинный шланг (рис. 108б), накопник которого выведен в незаражённую вредными примесями зону. Шланговые противогазы могут применяться при содержании в воздухе любых паров и газов при любой их концентрации.

Для защиты органов дыхания от пыли применяют противопылевые респираторы (рис. 108в). Вдыхаемый воздух проходит через коробку с фильтрующим элементом из ваты, фетра, картона и т. п. При загрязнении фильтра его можно сменить.

Все противогазы периодически проверяют, на каждый из них заводят паспорт с характеристикой защитного действия. Каждый противогаз и респиратор перед применением должен быть тщательно осмотрен.

§ 37. Спецодежда

К числу индивидуальных средств защиты относятся также спецодежда и спецобувь, которые защищают рабочего от неблагоприятного воздействия внешней среды, от механических, химических и термических повреждений тела, а также от воздействия электромагнитных излучений.

Тип спецодежды и ткани для неё выбирают в зависимости от специфических условий работы. Так, например, для защиты от воды применяют костюмы или плащи из брезентовых или других воздухопроницаемых тканей с водоупорными пропитками. Работники, обслуживающие двигатели и другие машины с движущимися механизмами, надевают комбинезоны, не имеющие развевающихся частей (поясов, хлястиков и т. п.) и изготовленные из легкорвущихся тканей, чтобы в случае захвата одежды вращающимися частями машины ткань разорвалась, не допуская повреждения тела рабочего.

Для обслуживания аккумуляторов рабочие обеспечиваются костюмами или халатами из грубошёрстных тканей, резиновыми фартуками, перчатками, галошами и предохранительными очками.

При работе с антисептиками (приготовление паст, пропитка столбов и т. п.) используют костюмы из химически пропитанного

плотного брезента, рукавицы, очки, кожаные ботинки или сапоги на кожаной (или кожемитовой) подошве.

Отдельные виды спецодежды выдают только на время производства работы или на время дежурства. Эта, так называемая дежурная, спецодежда не должна выноситься из предприятия и используется до износа.

Спецодежда, предназначенная для работы с кислотой, этилированным бензином, антисептиками и другими агрессивными веществами, хранится в вентилируемом помещении отдельно от других видов спецодежды.

При кратковременных работах по обслуживанию генераторов свч с интенсивностью облучения выше 1 мвт/см^2 рекомендуется применять халаты с капюшоном из металлизированной ткани (арт. 4381). В структуре этой ткани имеются тонкие металлические нити, образующие сетку с размерами ячеек $0,5 \times 0,5 \text{ мм}$. В диапазоне волн от 1 до 50 см при помощи такой ткани можно получить ослабление мощности свч от 20 до 40 дб. Но пользоваться спецодеждой из этой ткани можно только в тех случаях, когда источник излучения свч не находится непосредственно под высоким напряжением.



Пожарная опасность производств и противопожарные требования к производственным зданиям и сооружениям

§ 38. Процессы горения и огнеопасность горючих веществ

Процесс горения вещества может начаться, если поднести к нему постороннее пламя или нагреть до температуры, при которой происходит самовоспламенение. При нагревании твёрдое горючее вещество разлагается с выделением горючих газов, а жидкое горючее вещество испаряется. Нагретые до определённой температуры пары и газы вступают в реакцию с кислородом воздуха, т. е. происходит горение. Выделяемое при этом тепло способствует дальнейшему разложению или испарению горючего вещества, благодаря чему горение поддерживается до полного сгорания всего вещества.

Таким образом, процессу горения вещества предшествует процесс его разложения или испарения, который протекает на поверхностном слое горючего материала. При увеличении температуры в зоне горения процесс разложения или испарения усиливается и скорость горения увеличивается. Наоборот, снижение температуры в зоне горения уменьшает интенсивность выделения паров и газов и может привести к прекращению горения.

Процесс горения большинства горючих веществ сопровождается появлением пламени, температура которого зависит от теплопроводной способности горючего вещества, скорости горения, объёма образующихся продуктов горения и коэффициента избытка воздуха.

Температура пламени в разных местах неодинакова. В строении пламени различают три зоны: наиболее высокая температура образуется в третьей, наружной зоне. Для дерева, светильного газа

и некоторых других веществ эта температура достигает 1000—1400°C. Таким образом, для возникновения и протекания процесса горения необходимо наличие горючего вещества, кислорода и источника воспламенения, обладающего необходимой температурой и достаточным запасом теплоты. Если снизить концентрацию кислорода в воздухе, окружающем зону горения (до 14—15%), или воспрепятствовать выделению паров и газов горючего вещества в эту зону, или же охладить это горючее вещество до температуры ниже температуры его воспламенения, то горение прекращается. Все эти возможности прекратить горение используются при различных способах тушения пожаров.

С процессами горения связаны важные в пожарном отношении понятия: вспышка, воспламенение, самовоспламенение, самовозгорание и взрыв. Температуры, при которых возникают эти процессы, характеризуют огнеопасность горючих веществ.

Вспышка представляет собой быстрое сгорание смеси паров горючей жидкости с воздухом при поднесении к жидкости пламени или накаливаемого тела. При этом сама жидкость остаётся несгоревшей, так как температура вспышки недостаточна для поддержания необходимой скорости испарения жидкости. Наименьшая температура, при которой сгорают только отделившиеся от горючей жидкости пары, называется температурой вспышки.

Воспламенение представляет собой такое возгорание паров и газов горючего вещества от поднесённого пламени, при котором происходит дальнейшее горение вследствие интенсивного испарения или разложения горючего вещества. Минимальная температура, при которой горючее вещество воспламеняется, называется температурой воспламенения. Эта температура для некоторых горючих жидкостей очень близка к температуре вспышки, поэтому при возникновении вспышки такой жидкости практически происходит и воспламенение, а следовательно, сгорание всего вещества.

Температура вспышки различных горючих жидкостей колеблется в широких пределах. Горючие жидкости, имеющие температуру вспышки до 45°, называются легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ). К ним относятся бензин, лигроин, керосин и др. Такие жидкости наиболее опасны в пожарном отношении и требуют особых мер предосторожности при их хранении, транспортировке и применении.

Самовоспламенение представляет собой возгорание горючего вещества без поднесённого к нему пламени. Оно происходит при нагревании горючего вещества до определённой температуры, разной для различных веществ. Низшая температура, при которой горючее вещество самовоспламеняется без воздействия какого-либо постороннего источника, называется температурой самовоспламенения. Эта температура не является постоянной даже для одного и того же вещества. Она зависит от условий теплоотдачи, концентрации кислорода в воздухе и давле-

ния воздуха. Так, например, температура самовоспламенения древесины и торфа колеблется в пределах $250 \div 300^\circ$, а горючих газов и жидкостей — в пределах $400 \div 700^\circ$.

Самовозгорание представляет собой возгорание вещества в результате самонагревания, которое происходит под влиянием внутренних химических или биологических процессов, сопровождающихся выделением тепла. Если при этом количество выделяемого тепла превышает теплоотдачу в окружающую среду, то происходит постепенное нагревание вещества до температуры самовоспламенения. К числу веществ, способных самовозгораться, относятся каменный уголь, торф, древесные опилки, промасленные металлические стружки, некоторые виды отложившейся пыли.

Большую опасность в отношении самовозгорания представляют слежавшиеся промасленные одежда, тряпки и обтирочные материалы; их следует удалять из помещения, а временно хранить — только в металлических ящиках.

Взрыв представляет собой мгновенное сгорание вещества с выделением большого количества энергии, способной производить разрушительную работу.

Горючие газы, пары и пыль, при определённых концентрациях их в воздухе, могут сгорать со скоростью взрыва и вызывать большие разрушения, пожары и несчастные случаи.

Наименьшая концентрация паров, газов или пыли в воздухе, при которой образовавшаяся смесь может дать взрыв, называется нижним пределом взрыва, а наибольшая концентрация — верхним пределом взрыва. Чем шире эти пределы, тем взрывоопаснее смесь.

В табл. 11 приведены пределы взрывоопасных концентраций некоторых горючих веществ при атмосферном давлении и температуре 16°C .

Таблица 11

Наименование вещества	Пределы взрывной концентрации по объёму, %	
	нижний	верхний
Бензин (пары)	1,5	6,5
Керосин (пары)	1,1	6
Водород	4,15	75
Окись углерода	12	75
Светильный газ	8	24,5
Метан	5	16

Взрыв всей смеси, находящейся в каком-либо объёме (помещении), может произойти в результате появления огня или искры

в любой точке объёма, занимаемого смесью. Остановить начавшийся взрыв невозможно, потому что он происходит почти мгновенно.

Продуктами полного сгорания органических веществ являются углекислый газ ($C + O_2 \rightarrow CO_2$) и пары воды ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$).

Большая концентрация углекислого газа в окружающем воздухе (8—10%) может вызвать потерю сознания и смерть человека.

В продуктах неполного сгорания имеется окись углерода ($2C + O_2 \rightarrow 2CO$). Этот газ сильно ядовит, не имеет цвета и запаха, и поэтому он не может быть обнаружен органами чувств человека. Небольшая концентрация окиси углерода в воздухе (0,05%) вызывает отравление, а концентрация порядка 0,2—0,3% приводит к немедленной смерти. Это необходимо учитывать при тушении пожара в закрытом помещении, где может оказаться окись углерода, и принимать меры предосторожности (тушить из другого помещения, пользоваться специальным противогазом или кислородным прибором).

Образующиеся при горении дым и сажа представляют собой мельчайшие частицы несгоревшего вещества, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Дым затрудняет тушение пожара, он вызывает кашель и слезотечение, мешает зрительной ориентировке. В некоторых случаях дым может содержать в себе ядовитые вещества, поэтому, если необходимо проникнуть в зону, окутанную дымом, следует пользоваться противогазом.

§ 39. Основные причины возникновения пожаров и противопожарные мероприятия

Статистика показывает, что основные причины возникновения пожаров следующие:

- 1) неисправности в устройствах систем отопления и нарушение правил их эксплуатации;
- 2) неисправности электрооборудования и других производственных установок и нарушение правил их эксплуатации;
- 3) неосторожное обращение с огнём и нагревательными приборами;
- 4) самовоспламенение и самовозгорание горючих веществ (угля, торфа, промасленных обтирочных материалов и т. п.);
- 5) взрывы паров, газов и пыли, а также разряды статического и атмосферного электричества (грозовые разряды).

Причиной возникновения пожаров в зданиях предприятий связи могут быть высокочастотные токи, индуктированные в контурах, образуемых из электрических проводов, труб и других металлических конструкций, соприкасающихся со сгораемыми частями здания. Опасность возникновения пожара особенно велика в тех

случаях, когда частота колебаний источника оказывается близкой к частоте электрического резонанса какого-либо из указанных контуров.

Цель организационных и технических мероприятий по пожарной профилактике:

- недопустить возникновение пожаров по любой причине;
- недопустить распространение пожаров в случае их возникновения;
- обеспечить возможность эвакуации людей и материальных ценностей из загоревшихся помещений;
- обеспечить быстрейшую ликвидацию возникших пожаров.

При проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий предусматриваются следующие меры пожарной профилактики:

- надлежащая планировка и расположение зданий предприятий, устройство необходимого количества выходов и лестниц и рациональное их размещение;

- применение в проектируемых объектах негорюемых и огнестойких материалов, устройство специальных противопожарных преград в виде брандмауэров (см. § 42), огнестойких междуэтажных перекрытий, противопожарных зон и разрывов;

- организация технологического процесса производства и установка оборудования и аппаратуры с учётом пожарной безопасности и возможности эвакуации людей;

- надлежащий выбор систем отопления и вентиляции, правильное их устройство и соблюдение противопожарных правил эксплуатации;

- надлежащее устройство и монтаж электрооборудования, своевременный контроль за состоянием изоляции;

- установление необходимого режима пожарной безопасности и другие мероприятия административного порядка.

К мероприятиям, обеспечивающим возможность быстрейшей ликвидации возникшего пожара относятся:

- оборудование предприятий противопожарным водоснабжением и подготовка технических средств пожаротушения (пожарные машины, огнетушители и др.),

- устройство специальных приспособлений автоматического пожаротушения (спринклерные установки);

- устройство пожарной сигнализации;

- подготовка и обучение личного состава эффективным методам пожаротушения.

§ 40. Классификация производств по пожарной опасности

В зависимости от характера производственных процессов и огнеопасных свойств обрабатываемых и применяемых материалов производства существенно различаются по степени пожарной

опасности, скорости распространения пожара в случае его возникновения, размерам возможных разрушений, убытков и других тяжёлых последствий. Поэтому все виды производств по степени пожарной опасности разделяются на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

К категории А относятся производства, связанные с применением веществ, воспламенение или взрыв которых может последовать в результате воздействия воды или кислорода воздуха; жидкостей с температурой вспышки паров 28° и ниже; горючих газов, нижний предел взрываемости которых 10% и менее к объёму воздуха в количествах, которые могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси.

К этой категории производства относятся, например, склады бензина, кислотные и щелочные аккумуляторные помещения, склады баллонов для горючих газов и т. п.

К категории Б относятся производства, связанные с применением жидкостей с температурой вспышки паров от 28 до 120° и горючих газов, нижний предел взрываемости которых более 10% к объёму воздуха, в количествах, которые могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси.

К этой категории относятся также производства, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие волокна или пыль в таком количестве, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси.

В категорию В входят производства, связанные с обработкой или применением твёрдых сгораемых веществ и материалов, а также жидкостей с температурой вспышки паров выше 120° .

К этой категории относятся, например, распределительные устройства с аппаратурой, содержащей масло более 60 кг в единице оборудования; трансформаторные мастерские, склады горючих и смазочных материалов; деревообделочные и столярные мастерские и т. п.

К категории Г относятся производства, связанные с обработкой несгораемых веществ и материалов в горячем, раскалённом или расплавленном состояниях, а также производства, связанные со сжиганием твёрдого, жидкого и газообразного топлива.

К этой категории относятся, например, главные корпуса электростанций, распределительные устройства с аппаратурой, содержащей масло не более 60 кг в единице оборудования, высоковольтные лаборатории, помещения двигателей внутреннего сгорания.

В категорию Д входят производства, связанные с обработкой несгораемых веществ и материалов в холодном состоянии, например механические цеха холодной обработки и штамповки металлов, депо электрокаров, водоприёмные устройства радиостанций и т. п.

В случаях, когда отсутствуют конкретные указания о категории данного производства, то её устанавливает инженерно-технический персонал совместно с органами пожарного надзора по сходству данного производства с другими, перечисленными в строительных нормах (СНиП II-М. 2-62).

Противопожарные требования к электрооборудованию, которое применяют в том или ином помещении, определяются в зависимости от пожаро- и взрывоопасности производства, осуществляемого в этом помещении.

Исходя из этого, все производственные помещения, опасные в отношении пожара или взрыва, подразделяются на следующие классы:

- П-I, П-II и П-IIa — помещения, опасные в отношении пожара, но не опасные в отношении взрыва;
- В-I, В-Ia и В-Iб — помещения, опасные в отношении взрыва паров и газов;
- В-II и В-IIa — помещения, опасные в отношении взрыва пыли и горючих волокон.

К классу П-I относятся помещения, в которых используют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45°C (например, склады минеральных масел).

К классу П-II относятся помещения, в которых выделяются горючие пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние, но не образующие взрывоопасной смеси по своим физическим свойствам или возможной их концентрации в воздухе помещения.

К классу П-IIa относятся производственные и складские помещения, содержащие твёрдые или волокнистые горючие вещества (дерево, бумага, ткани и т. п.), но в которых не выделяется горючей пыли или волокон, переходящих во взвешенное состояние.

К классу В-I относятся помещения, в которых выделяются горючие газы или пары в таком количестве, что они могут образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси не только при аварийных, но и при нормальных недлительных режимах работы.

К классу В-Ia относятся помещения, в которых взрывоопасные смеси могут образоваться только в результате аварии или неисправностей.

К классу В-Iб относятся те же помещения, что и к классу В-Ia, но в них:

а) горючие газы обладают высоким нижним пределом взрываемости (15% и более) и резким запахом при концентрациях, предельно допустимых по санитарным нормам (это позволяет своевременно обнаружить и устранить опасность);

б) при авариях может образоваться только местная взрывоопасная концентрация;

в) горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости имеются в небольших количествах, и работа с ними производится

в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами (лабораторные и опытные установки).

К категориям В-II и В-IIа относятся помещения, опасные в отношении взрыва горючих волокон и пыли в условиях, аналогичных для помещений категории В-I и В-Iа.

Помещения, где отсутствует взрывоопасная среда, но которые примыкают к взрывоопасным помещениям категории В-I и В-II и отделяются от них только одной стеной с одной дверью, относятся соответственно к категории В-Iа и В-IIа.

§ 41. Возгораемость строительных материалов и огнестойкость зданий и сооружений

Возгораемость строительных материалов и конструкций

Строительные материалы и конструкции значительно различаются по своим способностям сопротивляться воспламенению и прекращать горение при удалении источника воспламенения. Эти свойства материалов характеризуют их возгораемость и, следовательно, степень пожарной опасности.

Все строительные материалы и конструкции по свойствам возгораемости подразделяют на три группы: негораемые, трудногораемые и сгораемые.

В табл. 12 приведены характеристики, по которым устанавливают группы возгораемости материалов и конструкций.

Таблица 12

Группа возгораемости	Характеристика по возгораемости	
	материалов	конструкций
Негораемые	Под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются	Выполненные из негораемых материалов
Трудногораемые	Под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника огня (после удаления источника огня горение и тление прекращаются)	Выполненные из трудногораемых материалов, а также из сгораемых материалов, защищенных от огня штукатуркой или облицовкой из негораемых материалов
Сгораемые	Под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня	Выполненные из сгораемых материалов, незащищенных от огня или высоких температур

К негорячим материалам относятся применяемые в строительстве металлы и неорганические минеральные материалы, например: кирпич, асбест, бетон и цементные изделия, фарфор, керамические изделия и др.

К трудногорячим относятся материалы, состоящие из горючих и негорючих компонентов, например: гипсовая сухая штукатурка, цементный фибролит, эбонит и древесина, подвергнутая глубокой пропитке огнезащитными химическими составами, так называемыми антипиренами (бурой, жидким стеклом и др.).

К горючим относятся все материалы органического происхождения, не подвергнутые глубокой пропитке огнезащитными составами, например: лесоматериалы, камышит, картон, войлок, асфальт, руберойд, соломит, а также большинство электроизоляционных материалов.

Огнестойкость зданий и сооружений

При оценке противопожарных качеств зданий и сооружений большое значение имеет их огнестойкость, т. е. способность конструктивных элементов зданий сохранять свою прочность в условиях пожара. Время (в часах), по истечении которого строительная конструкция под воздействием огня теряет несущую способность (обрушивается), или в ней образуются сквозные трещины, или на её поверхности, противоположной от огня, температура достигает 140° , называется пределом огнестойкости.

Предел огнестойкости отдельных строительных конструкций зависит от их размеров (толщины или сечения) и физических свойств материала. Например, каменные стены толщиной 125 мм имеют предел огнестойкости 2,5 ч, а толщиной 250 мм — 5,5 ч. Сплошные деревянные стены, оштукатуренные с двух сторон (трудногорючие), при толщине 150 мм имеют предел огнестойкости 0,75 ч, а при толщине 250 мм — 1,25 ч.

Согласно строительным нормам здания и сооружения в зависимости от групп возгораемости и минимальных пределов огнестойкости их основных элементов подразделяют на пять степеней огнестойкости (табл. 13).

При понижении предела огнестойкости хотя бы одного из основных элементов здания соответственно снижается степень огнестойкости здания или сооружения в целом.

Требуемая степень огнестойкости производственных зданий зависит от категории пожарной опасности производства. При размещении в одном здании нескольких производств с различной категорией пожарной опасности степень огнестойкости для всего здания устанавливается по наиболее опасному в пожарном отношении производству. Если площадь или объём помещения, занятого производством с наиболее высокой пожарной опасностью, незначительны по отношению к площади или объёму помещения, занятого производством с меньшей пожарной опасностью, то требуемая

Основные части зданий или сооружений

Степень огнестойкости зданий или сооружений	несущие и самонесущие стены, стены лестничных клеток, колонны		заполнение фахверка ¹⁾ , каркасных стен и навесные стеновые панели		междуэтажные и чердачные перекрытия		совмещённые покрытия		перегородки (ненесущие)		противопожарные стены (браздымауэр)	
	группа возгораемости	минимальный предел огнестойкости, ч	группа возгораемости	минимальный предел огнестойкости, ч	группа возгораемости	минимальный предел огнестойкости, ч	группа возгораемости	минимальный предел огнестойкости, ч	группа возгораемости	минимальный предел огнестойкости, ч	группа возгораемости	минимальный предел огнестойкости, ч
I	несгораемые	3	несгораемые	1	несгораемые	1,5	несгораемые	1	несгораемые	1	несгораемые	4
II	несгораемые	2,5	несгораемые	0,25	несгораемые	1	несгораемые	0,25	несгораемые	0,25	несгораемые	4
III	несгораемые	2	несгораемые	0,25	трудно-сгораемые	0,75	сгораемые	—	трудно-сгораемые	0,25	несгораемые	4
IV	трудно-сгораемые	0,5	трудно-сгораемые	0,25	трудно-сгораемые	0,25	сгораемые	—	трудно-сгораемые	0,25	несгораемые	4
V	сгораемые	—	сгораемые	—	сгораемые	—	сгораемые	—	сгораемые	—	несгораемые	4

¹⁾ Фахверк — остов здания с облегчённой конструкцией стен из стоек, обвязок и т. п.

степень огнестойкости всего здания может быть установлена для менее пожароопасного производства. В этом случае в здании необходимо устранить возможность создания местной взрывоопасной концентрации или распространения пожара за пределы участка, занятого производством с повышенной пожарной опасностью.

Для этого устраивают местную вытяжную вентиляцию, специальные камеры, перегородки из негоряемых и огнестойких материалов.

§ 42. Противопожарные преграды и пути эвакуации

Противопожарные преграды

Противопожарные преграды препятствуют воздействию лучистой энергии, теплопроводности и непосредственному переходу огня из одного помещения в другое или переброске огня с одного здания на другое. Такими преградами являются противопожарные стены (брандмауеры) и перекрытия.

Внутренние брандмауеры (рис. 109) пересекают все элементы здания в поперечном или продольном направлении и выступают над крышей здания. При помощи брандмауеров здания разделяются на отдельные секции, в которых могут размещаться производства с различной категорией пожарной опасности. Отверстия и проёмы, имеющиеся в противопожарных стенах, защищены негоряемыми крышками или автоматически закрывающимися противопожарными дверями. Наружные брандмауеры представляют собой наружные стены, ограждающие здания. Такие брандмауеры устраивают при недостаточных разрывах между соседними зданиями или при сопряжении зданий различной высоты и различных степеней огнестойкости.

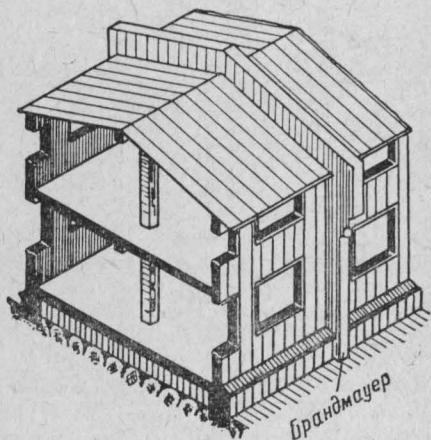


Рис. 109. Устройство брандмауера

Весьма эффективными противопожарными преградами являются противопожарные разрывы, препятствующие переброске огня с одного здания на другое. Наименьшая величина разрыва устанавливается в пределах $10 \div 20$ м в зависимости от огнестойкости зданий.

Пути эвакуации

При проектировании и подборе готовых помещений для предприятий связи должны быть предусмотрены эвакуационные выходы, обеспечивающие в случае возникновения пожара безопасную эвакуацию людей и материальных ценностей, находящихся в здании.

Успешная эвакуация людей в случае пожара возможна, если рабочие места и выходы наружу соответствующим образом размещены, а коридоры, лестничные марши, двери и проходы имеют необходимую ширину. На пути эвакуации не должно быть крутых подъёмов (более 1/5), порогов и других преград, препятствующих нормальному и безопасному движению людей.

В табл. 14 приведены допустимые расстояния от наиболее удалённых рабочих мест до наружных выходов в зависимости от категории производства и степени огнестойкости здания.

Таблица 14

Категория производства	Степень огнестойкости здания	Наибольшие допускаемые расстояния от рабочих мест до эвакуационного выхода, м	
		в одноэтажных зданиях	в многоэтажных зданиях
А	I и II	30	25
Б	I и II	75	50
В	I и II	75	50
	III	60	40
	IV	50	30
	V	50	—
Г	I и II	Не ограничиваются	
	III	60	50
	IV и V	50	—
Д	I и II	Не ограничиваются	
	III	100	75
	IV	60	50
	V	50	40

Важным условием успешной эвакуации людей и ценностей является устройство запасных выходов, внутренних переходов, пожарных лестниц, переходных балконов и аварийного освещения.

Для всех помещений, где работает большое количество людей, должны быть заранее составлены планы эвакуации людей и ценностей в случае возникновения пожара.

§ 43. Противопожарные требования к отоплению и вентиляции

Отопление

Отопительные устройства разделяются на местные и центральные. Наибольшую пожарную опасность представляет система местного (печного) отопления. Пожары возникают, главным образом, при недостаточной изоляции печей и дымоходов от деревянных стен, перегородок и других сгораемых конструкций здания, а также вследствие применения для растопки печей легковоспламеняющейся жидкости (бензина).

Часто пожары происходят от того, что дымоходы своевременно не очищают от сажи.

Основной мерой противопожарной защиты является надёжная изоляция сгораемых частей здания от нагреваемых элементов отопительной системы. Печи и дымовые трубы должны быть установлены таким образом, чтобы между незащищёнными сгораемыми конструкциями здания и внутренней поверхностью печи или трубы оставались расстояния не менее 38 см для теплоёмких печей и 100 см для нетеплоёмких металлических печей без внутренней облицовки (футеровки). Между наружной поверхностью печи и стенами помещения по всей высоте печи и дымовых труб должен оставаться воздушный

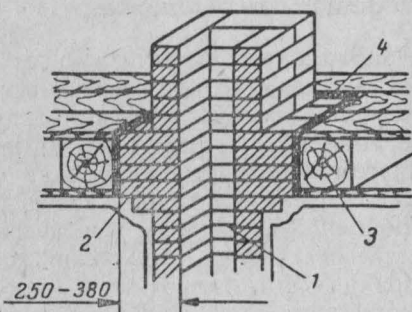


Рис. 110. Огнезащитная разделка дымовой трубы:
1 — дымоход, 2 — разделка, 3 — деревянная балка, 4 — огнестойкая изоляция

промежуток (отступка) или прокладываться огнестойкая изоляция (асбесто-цементный листовой материал). В местах пересечения труб с деревянными конструкциями перекрытий устраивают кирпичные разделки (рис. 110) толщиной 25—38 см. Перед топливником печи на деревянном полу прибивают стальной лист размером 70×50 см, закрывающий участок пола у печи под топочной дверцей.

Ежегодно перед началом отопительного сезона печи проверяют и устраняют замеченные неисправности. Дымоходы и трубы следует очищать от сажи раз в два месяца в течение отопительного сезона.

Центральные системы отопления менее опасны в пожарном отношении; все основные противопожарные мероприятия предусматриваются при проектировании и сооружении производственных зданий.

При центральном воздушном отоплении воздух нагревается в калорифере (см. рис. 84а) и затем по каналам подаётся в производственные помещения, где перемешивается с более холодным воздухом. Калориферы и вентиляторы к ним устанавливаются в огнестойких помещениях. Температура воздуха, подаваемого в производственное помещение от системы отопления, не должна превышать 60°.

При центральном калориферном отоплении воздушные каналы могут служить путями распространения огня и дыма при возникновении пожара в одном из помещений здания. Менее опасно в этом отношении местное калориферное отопление. При этой системе отопления калориферы устанавливают непосредственно в отапливаемом помещении, а наружный воздух при помощи вентилятора пропускается через калорифер и нагретым поступает в помещение. При эксплуатации системы необходимо следить, чтобы подаваемый воздух не был загрязнён горючими и вредными газами.

Вентиляционные установки

В вентиляционных каналах может скапливаться горючая и взрывоопасная пыль, которая может воспламениться и вызвать пожар. Каналы способствуют также распространению пожара при возникновении его в каком-либо помещении.

Поэтому устройство общей вытяжной вентиляции в производственных помещениях допускается в тех случаях, если удаляемые из помещений пары, газы и пыль не могут дать механических смесей или химических соединений, создающих опасность вспышки, возгорания или взрыва.

В пожаро- и взрывоопасных помещениях должны устраиваться самостоятельные системы вентиляции для каждого помещения. Во всех системах вентиляции большее внимание должно быть обращено на устройство и содержание вентиляционных каналов (воздуховодов). В пожаробезопасных помещениях каналы могут быть сделаны из негорючих или трудногорючих материалов, а в пожаро- и взрывоопасных помещениях — только из негорючих материалов. Отвод дыма от печей в вентиляционные каналы не допускается.

Вентиляционные каналы не должны пересекать брандмауеры и негорючие перекрытия; в случае необходимости пропуска каналов через противопожарную преграду внутри каналов (воздуховодов) делают огнезадерживающие устройства. В качестве таких устройств могут служить заслонки или задвижки, которые автоматически перекрывают вентиляционный канал в случае пожа-

ра (рис. 111). С обеих сторон огнестойкой стены 1 над каналом 2 укреплены направляющие коробки 3. В них находятся металлические задвижки 4, которые удерживаются в поднятом состоянии цепочками 5 (на рисунке слева), отдельные звенья цепочек сделаны из легкоплавкого металла. При пожаре пламя и нагретые газы, проходящие через канал, расплавляют эти звенья, цепочка обрывается и задвижки свободно, за счёт собственного веса, опускаются и закрывают вентиляционный канал (на рисунке справа).

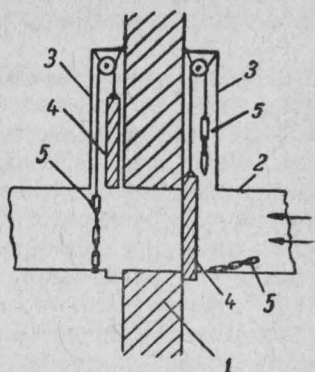


Рис. 111. Схема автоматической противопожарной задвижки

Системы электропроводок, электродвигатели и пусковые устройства для вентиляционных установок должны быть подобраны и смонтированы в строгом соответствии с противопожарными требованиями данного класса помещения.

Во взрывоопасных помещениях электродвигатели обычного типа (открытые, незащищённые), применяемые для привода вентилятора, должны быть установлены в обособленном помещении, а соединительный вал должен пропускаться через огнестойкую стену при помощи сальниковых уплотнений (рис. 112).

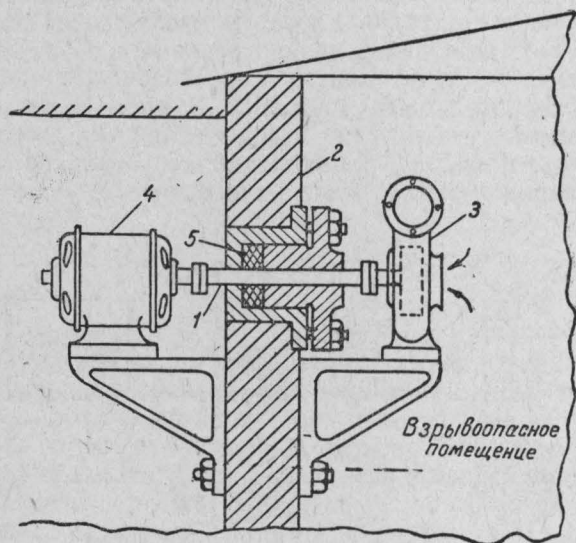


Рис. 112. Установка вентилятора во взрывоопасном помещении:

1 — соединительный вал с муфтами, 2 — стена, 3 — вентилятор, 4 — электродвигатель, 5 — сальник

§ 44. Защита от атмосферного и статического электричества

Грозозащита промышленных зданий и сооружений

Молния представляет собой сильный разряд скопившегося атмосферного электричества. Непосредственный разряд молнии в какой-либо объект может вызвать разрушения, пожары и привести к человеческим жертвам. Особенно опасным является удар молнии в промышленное здание со взрывоопасным производством. Поэтому в зависимости от характера необходимых мероприятий по грозозащите все промышленные здания и сооружения разделяются на три категории.

К первой категории относятся промышленные объекты, в которых применяют или хранят взрывчатые вещества или в которых во время производства образуются смеси паров и газов с воздухом, способные взорваться от электрической искры и повлечь за собой большие разрушения и человеческие жертвы.

Ко второй категории также относятся объекты, опасные в отношении взрыва, но в которых взрыв не может повлечь за собой значительные разрушения и человеческие жертвы.

Все остальные промышленные здания и сооружения относятся к третьей категории.

Характер мероприятий по грозозащите определяется также интенсивностью грозовых явлений в районах расположения объектов. Географические районы, в которых наблюдается более 30 грозовых дней в году, считаются сильногрозовыми, а менее 10 дней — слабогрозовыми.

Для защиты зданий и сооружений от прямых ударов молний устраивают молниеотводы (рис. 113), которые состоят из молниеприёмника 1, токоотвода 2 и заземляющих устройств 3. При ударе молнии разряд атмосферного электричества проходит через

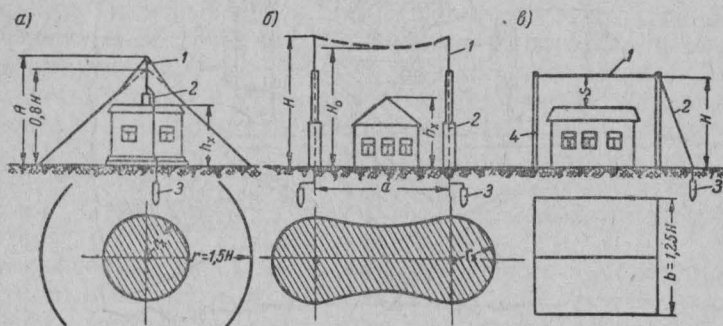


Рис. 113. Типы молниеотводов и их защитные зоны:

а) одиночный стержневой молниеотвод, б) двойной стержневой молниеотвод, в) антенный молниеотвод

молниеотвод, минуя защищаемый объект. В объектах третьей категории, расположенных в слабозаземленных районах, можно ограничиться заземлением металлической крыши, которая служит молниеприёмником. В более ответственных объектах устраивают молниеотводы различных систем.

Широкое применение получили стержневые (диверторные) молниеотводы. Они представляют собой отдельные мачты (диверторы), установленные на защищаемом объекте (рис. 113а) или на некотором расстоянии от него (рис. 113б). Мачты могут быть металлическими (обычно из труб) или деревянными. Верхняя часть металлических мачт делается заострённой или снабжается шпилем, который служит молниеприёмником, а сама мачта токоотводом.

У деревянных мачт в качестве молниеприёмника служит стальной стержень длиной 1—1,5 м, сечением не менее 100 мм², укрепленный на верхней части мачты. Разрядный ток отводится в землю через проводник (токоотвод), соединённый верхним концом с молниеприёмником, а нижним — с заземлителем.

Одиночный стержневой молниеотвод высотой $H \leq 60$ м создаёт защитную зону в пространстве конуса с образующими в виде ломаных линий (рис. 113а). Для объектов высотой $h_x \leq \frac{2}{3} H$

можно считать, что защитная зона представляет собой конус высотой $h = 0,8 H$, с радиусом основания $r = 1,5 H$.

Высота молниеотвода выбирается из такого расчёта, чтобы без значительных излишеств все части объекта находились в защитной зоне.

Двойной стержневой молниеотвод (рис. 113б) создаёт защитную зону, ограниченную сверху дугой окружности, проходящей через вершины молниеотводов и через точку наименьшей высоты защитной зоны H_0 , находящейся в середине между молниеотводами. Наименьшая высота защитной зоны может быть определена из формулы

$$H_0 = 4H - \frac{1}{2} \sqrt{36H^2 + a^2},$$

где a — расстояние между молниеотводами, м.

В торцовых областях зона защиты имеет в горизонтальном сечении форму, аналогичную форме защитной зоны одиночного молниеотвода, а в средней части зона защиты суживается, имея клинообразную область. При расстоянии между молниеотводами $a \geq 6H$ взаимное влияние молниеотводов прекращается, и каждый молниеотвод создаёт свою защитную зону.

Тросовая (антенная) система грозозащиты (рис. 113в) представляет собой один или несколько проводов, горизонтально натянутых над защищаемым сооружением и укрепленных на специальных опорах 4. Сечение проводов (тросов) должно быть не менее 50 мм². Опоры из изолирующего материала (дерева) могут

устанавливаться на крыше объекта. Высота опор должна быть в этом случае не менее 5 м.

Защитная зона тросового молниеотвода представляет собой трёхгранную призму. В сечении, перпендикулярном тросу, защитная зона определяется так же, как для одиночного стержневого молниеотвода, но на уровне земли ширина зоны $b=1,25H$.

Провода антенны должны быть удалены от объекта на расстояние, не меньшее

$$S = 0,1 \left(\frac{l_1}{2} + l_2 \right), \text{ м,}$$

где l_1 — длина горизонтального антенного провода, м,
 l_2 — длина вертикальных проводов (токоотводов), м.

Защита установок и линий связи от разрушающих действий молний

Прямые удары молнии разрушают опоры и провода воздушных линий связи. Появление на линиях перенапряжений, возникающих под влиянием разрядов молний, может повредить аппаратуру связи, включённую в линию, вызвать пожары в зданиях телефонных или телеграфных станций и поразить людей.

Для защиты опор воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей от разрушающих действий молний устраивают стержневые молниеотводы. Молниеотводы устанавливают на всех ответственных опорах (сложных, угловых, кабельных, контрольных и вводных), а также на опорах, установленных взамен раз-

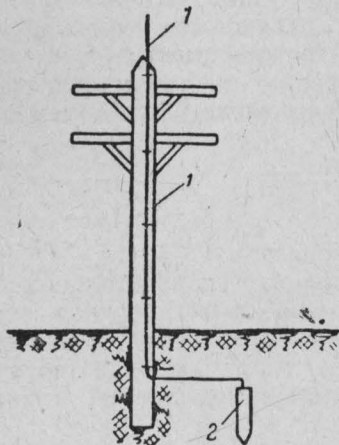


Рис. 114. Устройство стержневого молниеотвода на опоре воздушной линии:

1 — стальной проводник, 2 — заземлитель

рушенных ударами молний, или на участках пересечения с высоковольтными линиями. Для этого вдоль столба от его вершины прокладывают стальную проволоку диаметром 4—5 мм, укреплённую через 300 мм скобами из той же проволоки (рис. 114). Нижний конец молниеотвода присоединяют к заземлителю или отводят под землёй на глубине порядка 700 мм в сторону. При длине отвода от 8 до 12 м и удельном сопротивлении грунта порядка 5000 ом·см (чернозём) сопротивление протяжённого заземлителя из стальной проволоки диаметром 4 мм равно примерно 10 ом.

Для грозозащиты отдельных участков линий связи, зданий радиоузлов и усилительных пунктов устраивают тросовые (антенные) молниеотводы, которые подвешивают на столбах,

стойках или деревьях. Расстояние между тросом и защищаемым сооружением должно быть не меньше 3 м.

Аппаратура телефонно-телеграфной связи и радиотрансляционных сетей защищается от перенапряжений, возникающих на воздушных линиях при грозовых разрядах искровыми, газонаполненными или вентильными разрядниками, которые включаются по схемам, обеспечивающим снижение напряжения до безопасных величин.

Радиомачты и фидерные столбы защищают от грозовых разрядов шаровыми или роговыми разрядниками, один конец которых присоединён к мачте или антенне, а другой надёжно заземлён.

Защита от разрядов статического электричества

Технологические процессы, связанные с трением диэлектриков друг о друга или о металл, сопровождаются образованием зарядов статического электричества. К таким процессам можно отнести движение приводных ремней по шкивам, волокнистых материалов по металлическим частям машин, протекание горючих жидкостей в трубопроводах, движение газов и пыли по трубам, пропитку, лакировку резиновых изделий.

Разность потенциалов, создаваемых статическими зарядами относительно земли, может в некоторых случаях достигать больших значений (десятков тысяч вольт) и вызывать искровой разряд.

Надёжной мерой против скопления электрических зарядов является увеличение относительной влажности в помещении (до 85%). Но такая влажность неблагоприятна для людей и, следовательно, противоречит условиям охраны труда. Кроме того, такая влажность не всегда допустима по требованиям технологического процесса. Поэтому для предотвращения искровых разрядов статического электричества проводятся следующие технические мероприятия:

а) разработка технологического процесса с учётом устранения причин возникновения зарядов статического электричества;

б) тщательное заземление всех машин, трансмиссий и тех элементов, на которых возможно образование электрических зарядов;

в) заземление трубопроводов и других металлических частей, по которым перекачивается огнеопасная жидкость или перемещается запылённый воздух, газы и т. п.;

г) обшивка матерчатых фильтров хорошо заземлёнными металлическими сетками в целях снятия электростатических зарядов;

д) увлажнение (смачивание) обрабатываемого или транспортируемого вещества, если это допустимо по условиям технологии.



Меры пожарной безопасности на предприятиях связи

§ 45. Здания радиостанций и антенные поля Здания радиостанций

Пожарная опасность в зданиях радиостанций может возникать в результате нарушения изоляции проводов и короткого замыкания, пробоя конденсаторов, перегрева радиодеталей, искрения и загорания на клеммовых панелях. В целях предупреждения загорания от индуктированных токов высокой частоты в технических зданиях передающих радиостанций не разрешается устраивать скрытые и чердачные проводки, применять металлические плетения и сетки, заделанные в стены и перекрытия.

В электропроводных деталях конструкций должны быть обеспечены надёжные электрические связи, а металлические конструкции здания не должны образовывать разомкнутых контуров.

Стенки кабельных каналов, устраиваемых в зданиях, делают огнестойкими, деревянные каналы изнутри обиваются железом. Сверху каналы накрывают металлическими крышками, которые свободно открываются для осмотра и наблюдения за исправностью кабелей.

Перегородки и каркасы для передатчиков должны быть сделаны только из несгораемых материалов. Для защиты от коротких замыканий и перегрузок в сетях высокого и низкого напряжения большой мощности применяются только автоматические выключатели, а в сетях низкого напряжения небольшой мощности — плавкие вставки.

На фидерах антенны, подходящих к выходным ступеням передатчиков, должны быть установлены грозовые разрядники.

Антенные поля

В металлических оттяжках мачт, леерных и подъёмных тросах, находящихся в сильном электромагнитном поле, создаваемом током в антенне, возникает электрический потенциал, а в отдельных

местах создаются пучности тока и напряжения. Это явление становится особенно опасным, когда электромагнитная волна в оттяжке попадает в резонанс с основной рабочей волной или её гармоникой. Поэтому все вспомогательные провода и тросы (оттяжки) разбивают на отдельные части, изолированные друг от друга специальными изоляторами. Длина отдельных участков между изоляторами не должна быть кратной рабочей волне ($\frac{1}{4}$; $\frac{1}{2}$; 1).

В деревянных мачтах электрические токи индуцируются в бугелях (металлические кольца, надетые на мачты для укрепления такелажа) и болтах, скреплённых с деревянными частями мачты. В местах плохого крепления возникают электрические искры, которые могут привести к обугливанию и самовозгоранию мачт. Искрение происходит, главным образом, в моменты перестройки передатчика, поэтому во время перестройки необходимо вести тщательное наблюдение за мачтами, особенно в первое время после вступления станции в эксплуатацию.

Основная мера защиты деревянных мачт и фидерных столбов от самовозгорания — это отделение от мачты вспомогательных проводов, оттяжек и подъёмных тросов.

Все провода и тросы мачт должны быть туго натянуты и закреплены таким образом, чтобы при ветре они не приближались друг к другу и не имели касания с такелажем мачт.

В древесину мачт нельзя забивать гвоздей, костылей и других металлических предметов. Мачты и фидерные столбы на расстоянии одного метра окапывают канавой, а травяной покров между мачтой и канавой удаляют. Территорию антенных полей следует регулярно очищать от валежника, сучьев и щепы.

§ 46. Помещения телестудий

Пожарная опасность в телестудиях возникает из-за возможного загорания декораций, драпировок и предметов бутафории, применяемых при постановках. Поэтому все эти материалы должны иметь огнезащитную пропитку.

Прожекторы и софиты удаляют от декораций и других сгораемых материалов на расстояние не менее 1 м. Вся электросеть должна быть заключена в металлические трубы или иметь бронированный кабель. В прожекторах и софитах вместо стёкол нельзя применять целлофан или другие горючие материалы.

Аппаратные помещения должны быть отделены от студий негоряемыми перегородками и стенами, а смотровые окна иметь негоряемые щиты.

§ 47. Телефонные станции, телеграфы и почтамты

В зданиях телефонных станций, телеграфов и почтамтов могут возникать пожары из-за неисправности отопительных систем и

электрооборудования. Опасность пожаров по этим причинам особенно велика в деревянных зданиях с местным (печным) отоплением. Отопительные печи устраивают согласно ГОСТ 4058—48. Временные отопительные приборы допускается устанавливать в исключительных случаях и только с разрешения органов пожарного надзора.

Транспортёры и приводы, соединяющие помещения в пределах одного или нескольких этажей, заключают в огнестойкие коридоры или специальные каналы.

В технических помещениях необходимо вести постоянное наблюдение за исправным состоянием всего электрооборудования, систематически проверять сопротивление изоляции и её соответствие установленным нормам (см. § 9).

Применяющиеся паяльные лампы должны систематически подвергаться технической проверке. Лампы заправляют и разжигают в отдельных огнестойких помещениях или на огнестойких площадках лестниц.

Легковоспламеняющиеся жидкости, применяемые для промывки аппаратуры, разрешается хранить в технических помещениях телефонно-телеграфных предприятий и почтамтах в количестве не более суточной потребности. В почтовых вагонах запрещается перевозить и хранить легковоспламеняющиеся жидкости.

§ 48. Аккумуляторные помещения

Аккумуляторные помещения опасны в отношении пожара и взрыва газов. При проектировании и устройстве этих помещений предусматриваются меры, предотвращающие возможность пожара и взрыва.

Аккумуляторные установки радиостанций, телеграфов и телефонных станций со стационарными аккумуляторами помещают в специальные огнестойкие здания, имеющие тамбур с двойными плотно пригнанными дверями, открывающимися наружу. Голые провода или шины внутри аккумуляторного помещения прокладывают на стальных кронштейнах и траверсах и укрепляют на фарфоровых изоляторах (рис. 115а). Голые провода вводят в аккумуляторное помещение при помощи проходных фарфоровых изоляторов со штырями и болтами, к которым провода присоединяются при помощи кабельных наконечников. Отверстия в стенах, через которые проходят изоляторы, должны быть плотно заделаны, чтобы не допустить проникновения паров и газов в соседние помещения (рис. 115б).

Вся электрическая арматура, установленная в аккумуляторных помещениях, должна быть взрывозащищённой, а предохранители, штепсельные розетки и выключатели необходимо устанавливать вне помещения и тамбура. Для осветительной проводки применяют провода в герметической кислото-упорной оболочке.

Переносное электрооборудование должно иметь герметическую арматуру и провода, заключённые в резиновый шланг. Напряжение

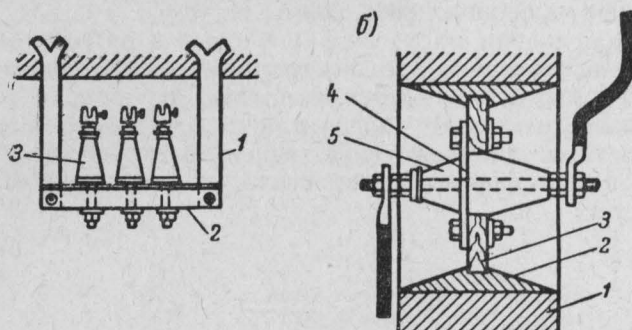


Рис. 115. Устройство электропроводки в аккумуляторном помещении:

- а) потолочный подвес с изоляторами для прокладки шин (1 — кронштейн, 2 — траверса, 3 — изолятор);
 б) ввод проводов в аккумуляторное помещение (1 — стена, 2 — цементная штукатурка, 3 — деревянная доска, окрашенная кислотоупорной краской, 4 — фланец, 5 — проходной фарфоровый изолятор)

переносного электрооборудования не должно превышать 36 в. Аккумуляторные помещения должны иметь надёжную искусственную вентиляцию.

Приборы с открытым огнём (для пайки пластин) можно применять только через два часа после окончания зарядки аккумуляторов при непрерывной работе вентиляции. В случае возникновения пожара в аккумуляторном помещении его следует тушить бромэтиловыми или углекислотными огнетушителями.

§ 49. Трансформаторные камеры

В целях пожарной безопасности масляные трансформаторы устанавливают на предприятиях связи в изолированных огнестойких камерах (рис. 116), имеющих непосред-

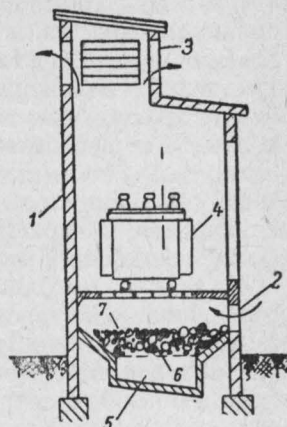


Рис. 116. Установка трансформатора:
 1 — камера, 2 — входное вентиляционное отверстие, 3 — выходное вентиляционное отверстие, 4 — трансформатор, 5 — маслосборная яма, 6 — решётка, 7 — слой гравия

ственный выход наружу или в другое огнестойкое помещение, не содержащее взрывоопасных газов и пожароопасных веществ. Камеры должны иметь вентиляционные отверстия (снизу приточные, сверху вытяжные). Отверстия должны быть снабжены жалюзийными решётками из проволоочной сетки.

Чтобы при аварии масло не растекалось и не загоралось, под каждым трансформатором с количеством масла более 200 кг устраивается маслосборная бетонная яма, перекрытая решёткой. Сверху решётку засыпают слоем гравия толщиной около 250 мм. Размеры ямы рассчитывают таким образом, чтобы всё масло, находящееся в трансформаторе, вместились в яме на уровне 50 мм ниже решётки.

§ 50. Склады

Степень пожарной опасности складов зависит от горючих свойств хранимых материалов. Как и производства, склады подразделяются по пожарной опасности на пять категорий (А, Б, В, Г и Д).

Технические склады для совместного хранения различных материалов и веществ должны иметь отсеки (разделённые помещения), в которых помещают материалы и вещества, однородные по свойствам возгораемости и огнегасительным средствам, пригодным для тушения в случае пожара.

Горючие и легковоспламеняющиеся жидкости, ящики с термитными патронами, баллоны с горючими газами, карбид кальция, кислоты и антисептики необходимо хранить отдельно.

Склады легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, устраиваемые для удовлетворения текущих потребностей предприятий (включая автохозяйства), размещают в изолированных помещениях с огнестойкими стенами. Полы в складах должны быть непроницаемыми для жидкости и снабжены стоками для сбора и удаления пролившейся жидкости. Помещения складов оборудуют естественной или искусственной вентиляцией. Осветительные приборы и другое электрооборудование (привод вентилятора) должны быть взрывобезопасными или устанавливаться вне помещения.

Не рекомендуется хранить в одном помещении легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Это допускается, если общая ёмкость жидкостей не превышает 5 м³.

Жидкости, находящиеся в бочках, разливают в раздаточном помещении, которое имеется при каждом складе и отдельно от основного хранилища огнестойкими стенами. При осмотре бочек как наполненных, так и пустых нельзя пользоваться открытым огнём и обычными переносными лампами. Открывать бочки нужно очень осторожно. Категорически запрещено пользоваться для этой

цели ударными металлическими предметами (молотками, зубилами и т. п.), которые могут дать при ударе искру. Инструменты, при помощи которых открывают бочки с легковоспламеняющейся жидкостью, должны быть обложены мягким металлом (медью, латунью). Однако наиболее безопасно применять специальные приспособления (рис. 117).

Как показано на рисунке, планка 1 прикреплена барашками 2 к бортам бочки, при этом ключ 3 заводится в квадратное отверстие пробки. При помощи червячной передачи 4, которая приводится во вращение ручкой 5, пробка плавно вывёртывается из отверстия бочки.

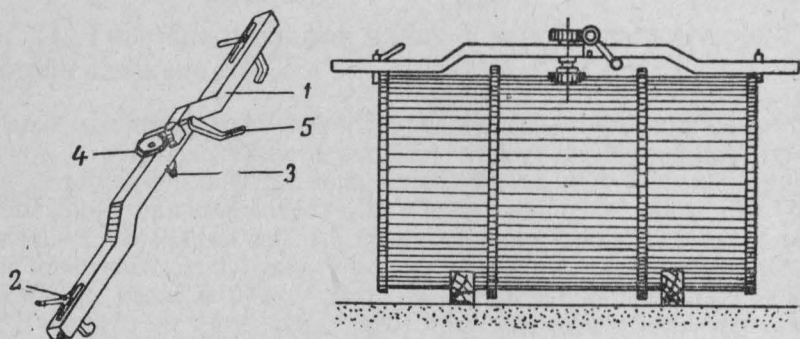


Рис. 117. Приспособление для открывания бочек с ЛВЖ

При осмотре и чистке порожних цистерн и бочек необходимо соблюдать меры предосторожности, так как в них всегда остаются пары, вредные для организма человека и опасные в отношении взрыва. Нельзя опускаться в цистерну после слива из неё горючего (бензина, керосина) без предварительной её промывки и без противогаса, так как это опасно для жизни.

Уголь (торф), сложенный в штабель, способен самонагреться, а при недостаточном отводе тепла — самовозгораться.

Каменный уголь хранят в штабелях на открытых площадках, под навесами, в специальных помещениях и ямах. Для того чтобы предотвратить самовозгорание угля на немеханизированных складах, необходимо, прежде всего, ограничить высоту штабеля. Для бурых каменных углей, за исключением марки Т, высота штабеля не должна превышать 2,5 м, а ширина — 20 м. Высота штабеля антрацита не ограничивается.

В процессе хранения угля необходимо следить за его нагревом в штабеле и не допускать повышения температуры до опасных пределов (порядка 50—60°). Для измерения температуры в штабель вставляют (вертикально) железные трубы, в которые на шнуре опускают термометр.

Обнаружить очаги самонагрева угля в штабеле можно и по некоторым внешним признакам, например по выделению пара, появлению влажных пятен, таянию снега, по запаху продуктов разложения и др. Разогревшийся уголь вынимают и переносят на запасные площадки, вместо вынутого угля засыпают свежий уголь, и штабель тщательно уплотняют.

Лесоматериалы хранят на открытых площадках, под навесами и в закрытых складах. Круглый лес (столбы) укладывают в штабель и хранят обычно только на открытых площадках. Высота штабеля при ручной укладке должна быть не выше 8 м.

Склады лесоматериалов должны иметь свободные подъездные пути и обеспечиваться средствами пожаротушения.



Средства тушения пожаров

§ 51. Тушение пожаров водой и противопожарное водоснабжение

Вода является наиболее распространённым огнегасящим средством. Струя воды сбивает пламя с поверхности горящего предмета и охлаждает его. При испарении воды дополнительно отнимается большое количество тепла, а образующийся водяной пар, смешиваясь с горючими газами, понижает их концентрацию в воздухе и препятствует притоку свежего воздуха к горящей поверхности. Всё это ведёт к прекращению горения и ликвидации пожара.

Однако для тушения некоторых веществ (легковоспламеняющихся жидкостей, магниевых сплавов, карбида кальция) применение воды недопустимо, так как вода может вызывать более интенсивное горение.

Электрические установки, находящиеся под напряжением, также нельзя тушить водой, так как это может привести к поражению током человека, производящего тушение.

Вода для тушения пожаров может подаваться насосами непосредственно из водоисточников (рек, озёр, прудов), искусственных водоёмов (резервуаров) и водопровода. Потребный расход воды для тушения пожара определяется в зависимости от объёма и огнестойкости здания и от категории пожарной опасности производства. Так, например, для наружного пожаротушения зданий объёмом до 3000 м³, в которых размещены производства категорий Г и Д, требуется расход воды 5 л/сек при I, II и III степенях огнестойкости здания и 10 л/сек при IV и V степенях огнестойкости.

Если от водоисточников или из городского водопровода невозможно получить необходимое во время пожара количество воды, то устраивают утеплённые запасные резервуары, содержащие неприкосновенный противопожарный запас воды. Объём этого запаса определяют из расчёта наибольшего расхода воды в течение трёх часов, при этом можно учитывать пополнение резервуара во время тушения пожара, если имеется гарантия бесперебойной подачи воды от водоисточников.

Для целей пожаротушения используется объединённый водопровод, который служит для хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения.

На рис. 118 дана общая схема водоснабжения на радиостанциях, где в качестве водоисточников используют обычно шахтные колодцы или артезианские скважины. Из водоисточника 1 вода насосом 2

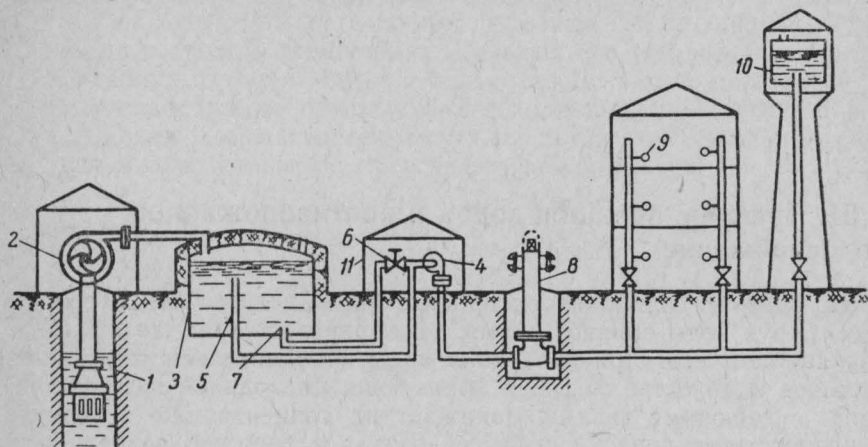


Рис. 118. Схема противопожарного водоснабжения

подаётся в резервуар 3, где хранится неприкосновенный противопожарный запас воды. Резервуар имеет верхний и нижний отводы. Для хозяйственно-питьевых и производственных нужд вода к насосу 4 поступает только с верхних горизонтов резервуара через верхний отвод 5, благодаря чему невозможно использовать противопожарный запас воды. Для пожаротушения открывается вентиль 6, и вода к насосам поступает через нижний отвод 7. Водопроводная сеть оборудуется пожарными гидрантами 8, от которых вода забирается для наружного пожаротушения, и внутренними пожарными кранами 9 — для тушения пожаров внутри здания. Учитывая неравномерность расхода воды и необходимость поддержания постоянного её напора, в сети водопровода устанавливают водонапорный бак 10, ёмкость которого должна обеспечить полный расход воды для тушения пожара в течение 10 мин. Если в водопроводной сети имеются пожарные насосы, то после их включения водонапорный бак автоматически отключается от сети при помощи обратных клапанов.

Противопожарный водопровод может быть высокого или низкого давления. При высоком давлении вода к месту пожара подаётся через шланг непосредственно от гидрантов, при этом свободный напор в сети должен обеспечивать подачу компактной струи на высоту не менее 10 м выше уровня наивысшей точки самого высокого здания. Для создания такого напора на насосной

станции II специально устанавливают стационарные пожарные насосы с устройствами, включающими их не позднее чем через 5 мин после подачи сигнала о пожаре. В целях резервирования пожарные насосы должны иметь два независимых источника электропитания.

В водопроводных сетях низкого давления вода подаётся от гидрантов к месту пожара передвижными насосами.

Водопроводная сеть внутри здания оборудуется системой стояков, на которых устанавливают пожарные краны. К каждому крану присоединяется рукав длиной 10 или 20 м со стволом на свободном конце (рис. 119). Пожарные краны размещают с таким расчётом, чтобы можно было полить любую точку производственного помещения. Краны устанавливают на всех этажах (лестничных клетках, коридорах) на высоте 1,35 м от уровня пола.

Для предприятий с площадью территории не более 20 га с категориями производств В, Г, Д, со зданиями I, II и III степеней огнестойкости и расходом воды на наружное пожаротушение 20 л/сек допускается противопожарное водоснабжение из водоёмов или резервуаров с подачей воды мотопомпами или автонасосами.

Искусственные водоёмы представляют собой бетонные или деревянные чаны. Они должны быть утеплены и иметь приспособления, позволяющие забирать воду в любое время года.

Водоёмы наполняют из любых водонисточников. Ёмкость водоёмов в зависимости от необходимого количества воды для пожаротушения колеблется в пределах 50÷100 м³ при тушении мотопомпами и 250÷500 м³ при тушении автонасосами. Водоёмы размещают в радиусе 150—200 м от охраняемых зданий.

Естественные водоёмы должны иметь площадки для установки насосов у места забора воды и подъездные пути к ним.

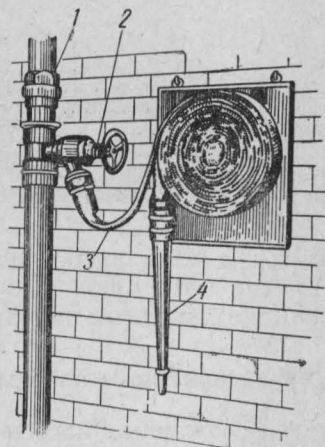


Рис. 119. Внутренний пожарный кран:

1 — водопроводная магистраль, 2 — пожарный кран, 3 — рукав, 4 — ствол

§ 52. Пожарное оборудование и пожарные машины

Мотопомпы

Переносные мотопомпы используют для подачи воды к месту пожара из водопроводов низкого давления и всякого рода водоёмов и резервуаров. На рис. 120 дан общий вид мотопомпы типа М-800. Агрегат состоит из двухтактного двигателя внутреннего сгорания и центробежного насоса, смонтированных на общей раме и соеди-

нённых напрямую. Насос создаёт напор воды 60 м и имеет производительность 800 л/мин. Мотопомпу необходимо содержать в сухом отапливаемом помещении. В случае пожара мотопомпа под-

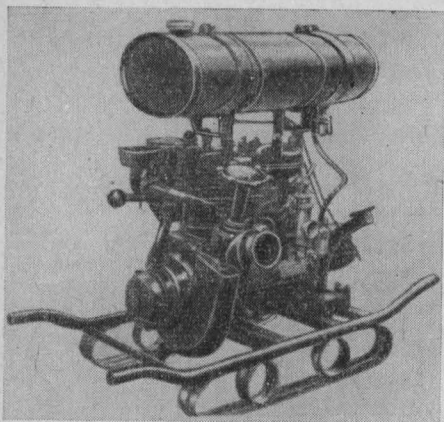


Рис. 120. Общий вид мотопомпы М-800

носятся к месту забора воды силами двух человек.

Такие мотопомпы должны быть на предприятиях связи, отдалённых от местных пожарных команд.

Ручные пожарные насосы и гидропульты

Ручные пожарные насосы типа ПН-120 (рис. 121) применяются для подачи воды в зону горения из водоёмов или цистерн. Насос, установленный на деревянных салазках, имеет два наклонных ци-

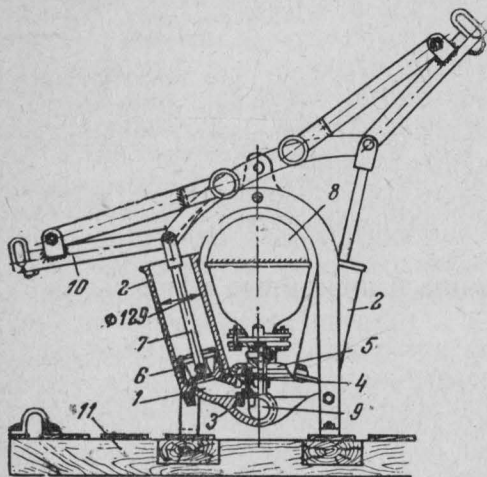


Рис. 121. Ручной пожарный насос типа ПН-120:

1 — металлический поддон, 2 — цилиндры, 3 — всасывающий клапан, 4 — нагнетательный клапан, 5 — откидная крышка, 6 — поршень, 7 — шток поршня, 8 — воздушный колпак, 9 — всасывающий штуцер, 10 — складное коромысло, 11 — деревянные салазки

линдра диаметром 120 мм. Движение поршням передаётся при помощи складного коромысла и штоков. Производительность насоса — около 300 л/мин, длина струи может достигать 25 м, а высота всасывания — 7—8 м.

Насос устанавливают около водоёма, куда опускают всасывающий рукав, а к месту пожара прокладывают выкидной рукав длиной до 100 м. Насос приводится в действие силами 8—10 человек, которые сменяются при длительной работе через каждые 10—15 мин. Пожарные насосы применяют на небольших предприятиях, где нет противопожарного хозяйственного водопровода, и при отсутствии мотопомп.

Гидропульт-ведро (рис. 122) служит для тушения небольших пожаров. Оно состоит из насоса ручного действия 1, ведра-резервуара 2 ёмкостью 15 л и резинового рукавчика со стволом 3.

При помощи рукоятки 4 насос приводится в действие одним человеком. Производительность гидропульт-ведра — около 8 л/мин, длина струи воды — до 10 м.

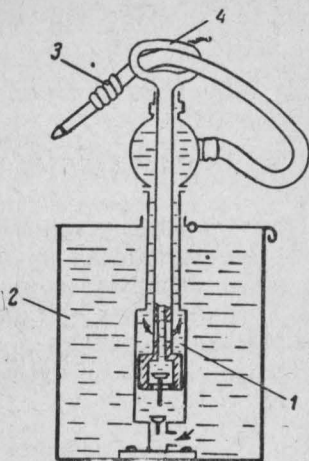


Рис. 122. Схема гидропульт-ведра

Пожарные рукава, стволы и спрыски

Пожарные рукава, по которым вода от места забора (водоёма, цистерны, гидранта и т. п.) подаётся к насосам, называются всасывающими. Эти рукава имеют длину от 2 до 4 м, а диаметр — от 25 до 125 мм.

Внутри стенок, между резиновыми оболочками, по всей длине рукава проложена спиральная проволока, которая препятствует острому изгибу и сплющиванию рукава при разрежении, образуемом в нём во время всасывания воды. Входное отверстие рукава снабжается обратным клапаном и сеткой, предохраняющей всю систему от попадания посторонних предметов, которые могут повредить насос и засорить ствол. Всасывающие рукава должны иметь хорошую герметичность; небольшие порезы или проколы выводят их из строя, поэтому рукава необходимо оберегать от механических повреждений при использовании и хранении.

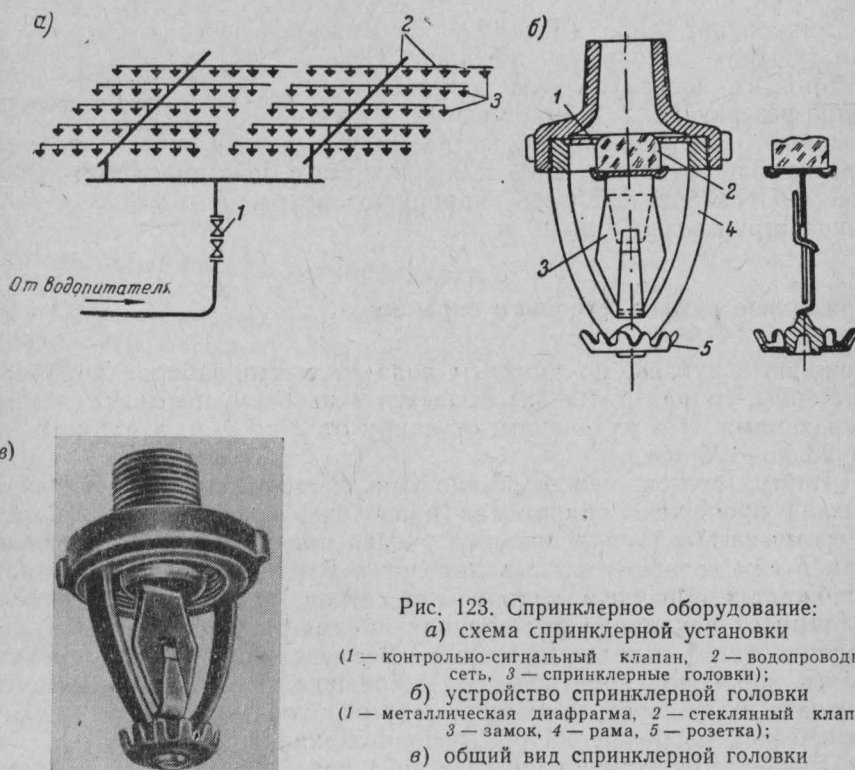
Рукава, при помощи которых вода подаётся от насоса или пожарного крана к месту пожара, называются выкидными. Они могут иметь различную длину и диаметр от 25 до 76 мм. Непрорезиненные рукава менее герметичны, но более мягкие, легче складываются и применяются обычно для внутреннего пожаротушения. Прорезиненные рукава используют для наружного тушения.

К свободному концу рукава присоединяется металлический ствол (рис. 119), который служит для образования и направления струи воды. На передний конец ствола могут навинчиваться постоянные или сменные spryski, позволяющие получать компактную или распылённую струю.

§ 53. Спринклерные и дренчерные установки

Спринклерные установки представляют собой устройства, которые автоматически начинают тушить пожар водой и одновременно сигнализируют о начавшемся пожаре.

Спринклерная установка (рис. 123а) состоит из контрольно-сигнального клапана 1, сети водопроводных труб 2, проложенных



по потолку охраняемого помещения, и спринклерных головок 3, ввёрнутых через определённые промежутки в водопроводные трубы. Спринклерная головка (рис. 123б) имеет металлическую диафрагму 1 и стеклянный клапан 2, который запирает выход воды из трубы. Клапан удерживается в запёртом состоянии замком 3,

состоящим из трёх пластинок, спаянных между собой легкоплавким припоем. Внизу головка заканчивается зубчатой розеткой 5, служащей для распыления воды. В случае загорания в каком-либо месте помещения горячие газы в этом месте поднимаются вверх и нагревают замок. При определённой температуре припой расплавляется, пластинки замка разъединяются и стеклянный клапан открывает выход воды из трубы. Сигнальные клапаны устанавливают на магистралях, питающих отдельные секции спринклерной сети. Как только из спринклеров начинает поступать вода, на пожарном посту возникает сигнал тревоги с указанием секции, т. е. помещения, в котором начался пожар.

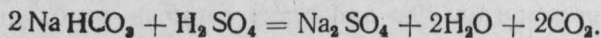
Дренчерные установки служат для защиты зданий от возможной переброски огня с соседних горящих зданий или помещений. Расположение водопроводной сети и конструкция дренчерных головок обеспечивают создание водяной завесы, препятствующей переброске огня на защищаемый объект.

§ 54. Ручные огнетушители и пожарные пункты

Пенные огнетушители

Ручные пенные огнетушители широко используются для тушения начавшихся пожаров. Они легко приводятся в действие силами одного человека. Но следует учитывать, что струя пены электропроводна, кроме того, пена может испортить ценные предметы и аппаратуру. Поэтому тушение пеной электротехнических установок, находящихся под напряжением, и ценной аппаратуры не допускается.

Пенный огнетушитель типа ОП-1 (рис. 124) состоит из стального тонкостенного баллона (корпуса) 1 с широкой горловиной 2, на которую навинчивается крышка 3 с проходящим через неё ударником 4. На корпусе имеется спрыск 5 для выбрасывания пены и ручка 6, за которую корпус подвешивают. В горловину корпуса вставляется сетчатый цилиндр 7, куда вкладывается запаянная стеклянная колба 8 с серной кислотой (H_2SO_4). Баллон огнетушителя заполняется раствором двууглекислой соды (NaHCO_3) с добавлением 50—70 г лакричного экстракта, способствующего образованию пены. Заряженный огнетушитель должен всегда находиться в вертикальном положении (обычно подвешивается за ручку). Для приведения огнетушителя в действие его переворачивают вниз горловиной и ударяют о пол кнопкой ударника, при этом стеклянная колба разбивается, серная кислота выливается в баллон и вступает в химическую реакцию с двууглекислой содой:



Образующийся углекислый газ вызывает интенсивное вспенивание жидкости и создаёт в баллоне давление порядка $0,9 \div 1,1 \text{ Мн/м}^2$ ($9 \div 12 \text{ кг/см}^2$), благодаря чему жидкость в виде струи пены выбрасывается из баллона через спрыск. Струя пены сбивает пламя, а пена, покрывая горящую поверхность, изолирует её от кислорода воздуха и препятствует поступлению горючих паров к факелу горения. Длина струи пены достигает 6—8 м, продолжительность действия огнетушителя — 1,5 мин.

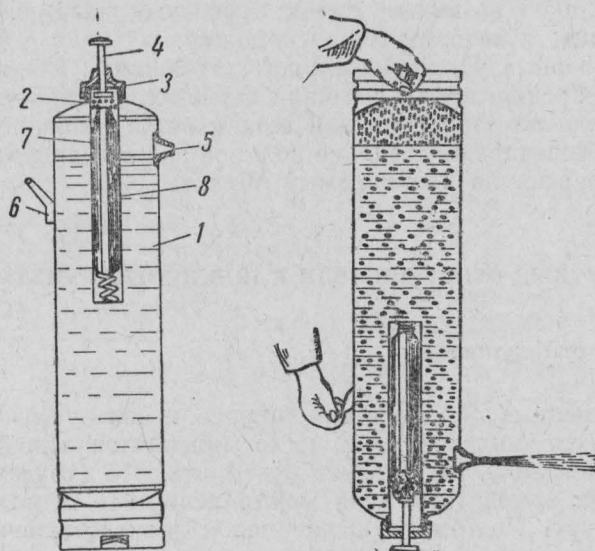


Рис. 124. Пенный огнетушитель типа ОП-1

В огнетушителях типа ОП-3 в сетчатый цилиндр, разделённый вертикальной перегородкой, вставляются две стеклянные колбы, одна с серной кислотой, а другая с сернокислым окисным железом — $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ или сернокислым алюминием — $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Такие огнетушители, имеющие в кислотной части заряда соли железа или алюминия, образуют более устойчивую пену и называются густопенными.

При необходимости хранить огнетушитель в помещении, где температура может оказаться ниже 0° , в щелочной заряд для понижения температуры его замерзания добавляется глицерин или этилен-гликоль в количестве $30 \div 50\%$ от объёма раствора, но при этом понижается эффективность действия огнетушителя.

Спрыск огнетушителя периодически прочищают проволокой. Если при попытке использования огнетушитель не сработал, несмотря на предварительную прочистку спрыска, необходимо такой

неисправный огнетушитель разрядить, соблюдая меры предосторожности (не бросать, не ударять и не отвёртывать крышку), так как в нём может оказаться давление, при котором возможен разрыв баллона.

Более усовершенствованным является пенный огнетушитель типа ОП-5. В этом огнетушителе (рис. 125) кислотная часть заряда помещается в прочном стеклянном стакане, который плотно закрывается резиновым клапаном. Чтобы огнетушитель привести в действие, нужно рукоятку клапана повернуть на 180°, а затем перевернуть огнетушитель вверх дном и направить струю пены на огонь.

Кислотная часть заряда может быть сухой и жидкой. Сухой заряд состоит из порошкообразной смеси, содержащей 35% серной кислоты, 15% сернокислого окисного железа и 50% не растворимого в воде инертного вещества. Для зарядки огнетушителя 1 кг смеси растворяют в 600 см³ горячей воды, и после отстоя заряд заливают в стеклянный стакан огнетушителя в количестве 390—400 см³.

Возможность применения сухого заряда упрощает процесс зарядки огнетушителя, транспортировку и хранение заряда.

В табл. 15 приведены основные технические данные пенных огнетушителей и их зарядов.

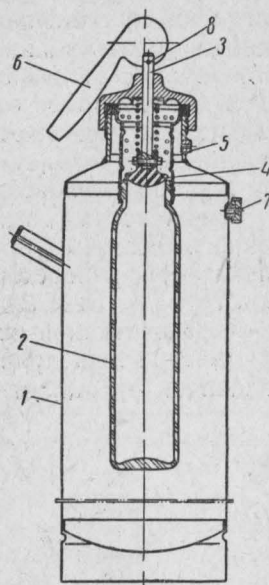


Рис. 125. Пенный огнетушитель типа ОП-5:

1 — корпус, 2 — стеклянный стакан, 3 — шток, 4 — резиновый клапан, 5 — распылитель, 6 — рукоятка клапана, 7 — предохранитель, 8 — штифт

Таблица 15

Показатели	Тип огнетушителей			
	ОП-1	ОП-3	ОП-4	ОП-5
Полезная ёмкость, л	9,0	9,0	4,5	9,0
Вес без заряда, кг	4,0	4,5	2,4	4,5
Количество колб с кислотной частью заряда	1,0	2,0	1,0	—
Количество бикарбоната натрия (сухой вес), г	300	530	275	400
Количество лакричного (солодкового) экстракта, г	50	70	35	50
Количество воды, в котором растворяется щелочная часть заряда, л	8,0	8,0	4,0	8,5
Количество получаемой пены, л	19	38	22,5	50—55

Углекислотные огнетушители

В качестве огнегасящего вещества широко применяется углекислый газ (CO_2). Он неэлектропроводен и не портит предметов, подвергающихся тушению. Углекислый газ примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха и сжижается только под давлением, величина которого зависит от температуры. Например, при 0° углекислый газ переходит в жидкое состояние при давлении $\approx 3,5 \text{ Мн/м}^2$. Жидкая углекислота, поступая из сосуда в пространство с атмосферным давлением, переходит в газообразное состояние. При испарении 1 кг жидкой углекислоты получается 509 л газа.

Углекислотный огнетушитель (рис. 126а) состоит из толстостенного баллона 1, в котором содержится под давлением жидкая углекислота, запорно-пускового вентиля 2 с сифонной трубкой 3 и раструба 4. Вентиль-запор снабжён предохранительной мембраной 5, рассчитанной на разрыв при давлении в баллоне 22 Мн/м².

Огнетушитель приводится в действие вращением маховичка 6. Маховичок открывает вентиль-запор, благодаря чему углекислота

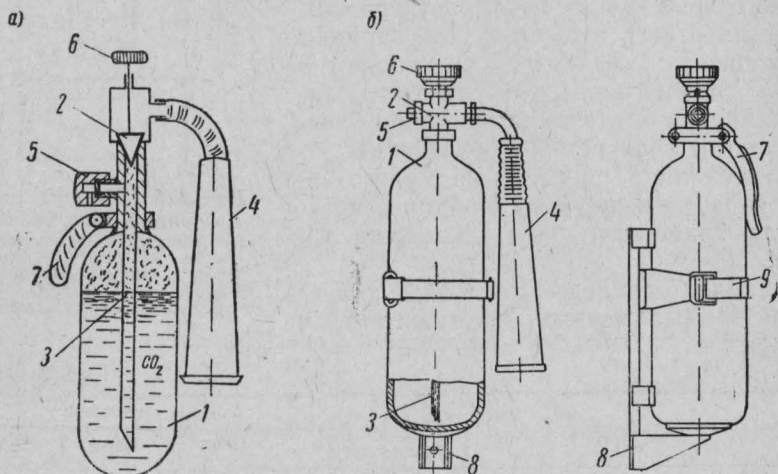


Рис. 126. Углекислотный огнетушитель:

а) схема огнетушителя; б) общий вид огнетушителя ОУ-2

(1 — баллон, 2 — вентиль, 3 — сифонная трубка, 4 — раструб-снегообразователь, 5 — предохранитель, 6 — маховичок, 7 — рукоятка, 8 — кронштейн для подвески, 9 — стяжной хомут)

устремляется через сифонную трубку и вентиль в раструб, где происходит расширение газа и резкое понижение его температуры. Вследствие этого углекислота переходит в туманообразную снежную массу, которая направляется на очаг горения. Струя газа и снега сбивает пламя, при испарении снега снижается температура и уменьшается концентрация кислорода в зоне горения, в силу чего пожар прекращается.

При работе огнетушителя корпус, вентиль и раструб охлаждаются, поэтому во время тушения надо держать огнетушитель только за ручку 7, в противном случае можно сильно обморозить руки. На рис. 1266 дан общий вид огнетушителя типа ОУ-2.

В табл. 16 приведены основные технические данные углекислотных огнетушителей.

Таблица 16

Показатели	Типы огнетушителей				
	ОУ-2	ОУ-5	ОУ-8	УП-1	УП-2
Объём баллона, л	2,0	5,0	8,0	40	2×40=80
Длина шланга с раструбом, м	—	—	1,52	9,0	9,0
Рабочее давление, Мн/м²	17	17	17	12	12
Вес баллона без заряда, кг	4,8	9,7	14,87	72	250
Вес заряда жидкой углекислоты, кг	1,5	3,5	5,5	25	50

Углекислотные огнетушители заряжают на специальных заправочных станциях или при помощи передвижных (полевых) установок. В процессе эксплуатационного хранения огнетушителей периодически проверяют наличие в них заряда путём взвешивания. Огнетушитель считается неисправным, если утечка газа превышает 250 г.

Нельзя размещать огнетушители вблизи нагревательных приборов, так как при температуре заряда, равной примерно 50°C, может произойти разрыв предохранительной мембраны и саморазряд огнетушителя.

Пожарные пункты

В производственных помещениях предприятий связи (телеграфных и телефонных станциях, кроссах, радиоузлах, радиостанциях, почтамтах и больших складах) устраивают пожарные пункты (шкафы или щиты) с набором первичных средств пожаротушения. В набор оборудования для пожарного пункта входят:

- выкидные рукава длиной 20 м 2 шт.
- стволы 1 »
- пожарные топоры 2 »
- ломы 2 »
- стальные багры 2 »
- вёдра, окрашенные в красный цвет 2 »
- огнетушители (системы, установленной по нормам для данного помещения) 2 »
- гидропульты 2 »
- прокладки для гаек и стволов 3 »

Кроме того, для тушения начавшегося пожара на небольшой поверхности применяют различные покрывала, например асбесто-

вые полотна, кошмы, брезент. Наброшенные на очаг пожара покрывала препятствуют доступу свежего воздуха, и горение прекращается.

Пожарные пункты устраивают в легкодоступных местах, подступы к ним должны быть всегда свободны и не загромождены.

§ 55. Пожарная сигнализация и связь

Своевременное извещение о возникшем пожаре даёт возможность быстро его ликвидировать и значительно уменьшить размеры ущерба. Основным и наиболее распространённым средством извещения о начавшемся пожаре является городская телефонная связь.

Быстрым и надёжным способом извещения о начавшемся пожаре является электрическая пожарная сигнализация (ЭПС), которая состоит из следующих основных частей:

1) приборов-извещателей, дающих сигнал о возникшем пожаре. Эти приборы устанавливают в цехах, на складах и в других пожароопасных местах на территории предприятия;

2) приёмной станции, принимающей сигналы извещателей. Станция размещается обычно в помещении пожарного караула;

3) электропроводной сети, соединяющей все приборы-извещатели с приёмной станцией.

Приборы-извещатели могут приводиться в действие автоматически или вручную (нажимом кнопки).

В помещениях с необслуживаемыми (автоматизированными) установками, где длительное время отсутствуют люди, или в помещениях с пожароопасным производством и на складах огнеопасных материалов устанавливают автоматические извещатели, действующие за счёт повышения температуры (термоизвещатели), либо за счёт появления искры, пламени или дыма (фотоэлектрические и ионизационные извещатели).

Автоматические извещатели замыкают или размыкают контакты сигнальной цепи, вследствие чего на приёмной станции появляются световые и звуковые сигналы пожарной тревоги. На рис. 127а дана схема теплового (плавкого) извещателя однократного действия. Он состоит из двух пружин 1, спаянных легкоплавким сплавом 2. При возникновении пожара припой расплавляется, благодаря чему пружины расходятся и замыкают контакты цепи пожарной сигнализации. После срабатывания таких извещателей концы пружин должны быть снова запаяны и могут быть использованы для дальнейшего действия.

На рис. 127б дана схема извещателя многократного действия типа АТИМ (автоматический тепловой извещатель максимальный). Он состоит из биметаллической пластинки 1, прикреплённой концами к изолирующему основанию 2. При повышении температуры до заранее установленной величины пластинка изгибается в сторо-

ну основания и замыкает контакты 3, 4 сигнальной линии. Температура срабатывания извещателя регулируется расстоянием между контактами, которое устанавливается при помощи регулировочного винта 5. При снижении температуры окружающей среды (пос-

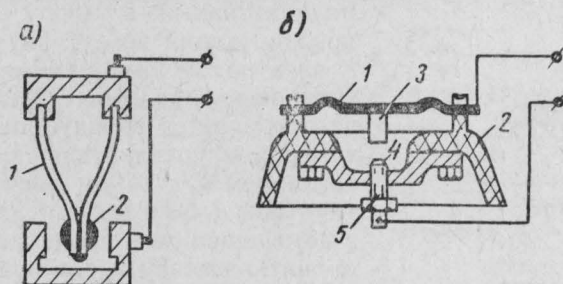


Рис. 127. Схемы автоматических извещателей:
а) плавкий извещатель однократного действия;
б) самовосстанавливающийся извещатель типа АТИМ

ле ликвидации пожара) биметаллическая пластинка принимает первоначальное положение, и извещатель готов к дальнейшему действию. Такие извещатели называются самовосстанавливающимися.

Весьма надёжными и чувствительными извещателями являются термосопротивления (термисторы). На рис. 128 дана схема извещателя, состоящего из коаксиального кабеля. Центральная жила кабеля 1 окружена полупроводниковой прослойкой 2, покрытой металлической оболочкой 3. Цепь электромагнита 4 присоединяется к центральной жиле кабеля и внешней металлической оболочке. При нормальной температуре сопротивление между центральной жилой и оболочкой кабеля очень велико. В случае пожара участок кабеля вблизи места загорания нагревается, при этом значительно понижается сопротивление полупроводникового слоя, через который замыкается цепь электромагнита, включающего, в свою очередь, цепь пожарной сигнализации 5.

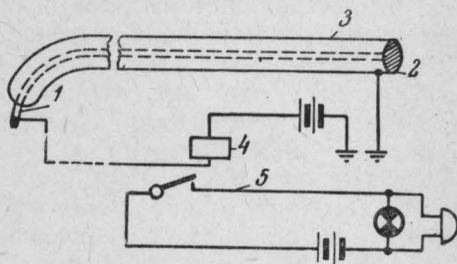


Рис. 128. Схема включения коаксиального кабеля (термистора) в сигнальную линию

После ликвидации пожара при снижении температуры сопротивление полупроводниковой прослойки снова увеличивается, и извещатель самовосстанавливается.

Но тепловые извещатели не всегда достаточно быстро реагируют на возникновение пожара. Во многих случаях температура в

помещении, где возник пожар, повышается медленно. Поэтому в настоящее время применяют быстрореагирующие автоматические извещатели, действующие за счёт появления дыма или пламени.

Схема такого извещателя показана на рис. 129. В камере 1 с отверстиями для сообщения с окружающим воздухом помещается радиоактивный элемент, непрерывно ионизирующий воздух внутри камеры.

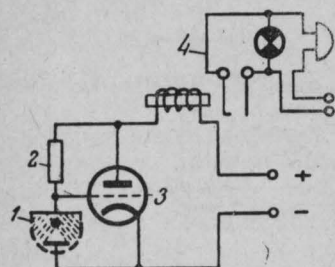


Рис. 129. Схема ионизационного извещателя

К электродам камеры подводится постоянное напряжение 220 в, которое распределяется между ионизационной камерой и уравнивающим сопротивлением 2 с таким расчётом, чтобы тиратрон 3 был закрыт. Появившийся в помещении дым проникает в ионизационную камеру и увеличивает сопротивление ионизационному току, благодаря чему повышается напряжение на управляющей сетке до величины от-

крытия тиратрона. При зажигании тиратрона в цепи начинает проходить ток, достаточный для срабатывания реле сигнальной линии 4.

Соединение приборов-извещателей с приёмной станцией может быть лучевым (рис. 130а) или кольцевым (рис. 130б).

При лучевой системе каждый прибор-извещатель 1 соединяется с приёмной станцией 2 отдельной проводкой 3 (лучом). Такая

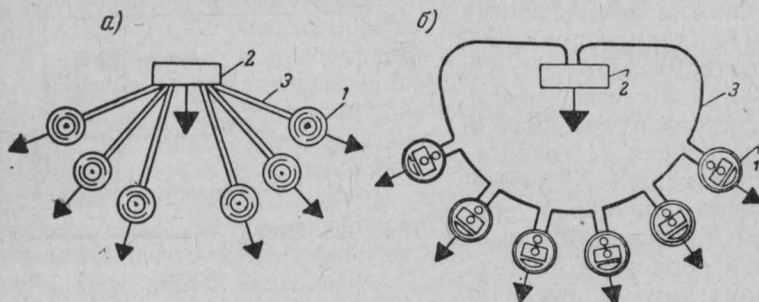


Рис. 130. Схема электрического соединения извещателей с приёмной станцией:

а) лучевое соединение, б) кольцевое (шлейфное) соединение

система требует большого количества проводов, поэтому она применяется на предприятиях с небольшой территорией. При кольцевой системе все извещатели (до 50 шт.) соединяются последовательно одним общим проводом, но при этом усложняется устройство приборов-извещателей и приёмной аппаратуры. Каждый извещатель кольцевой системы имеет специальный часовой механизм. При срабатывании извещателя, кроме акустического или светового сигнала тревоги, на ленте приёмной аппаратуры станции записы-

вается номер извещателя, по которому определяют место возникшего пожара.

На предприятиях, имеющих местные телефонные станции системы ЦБ с круглосуточным дежурством телефонистов, в качестве соединительных линий и приёмной станции электрической пожар-

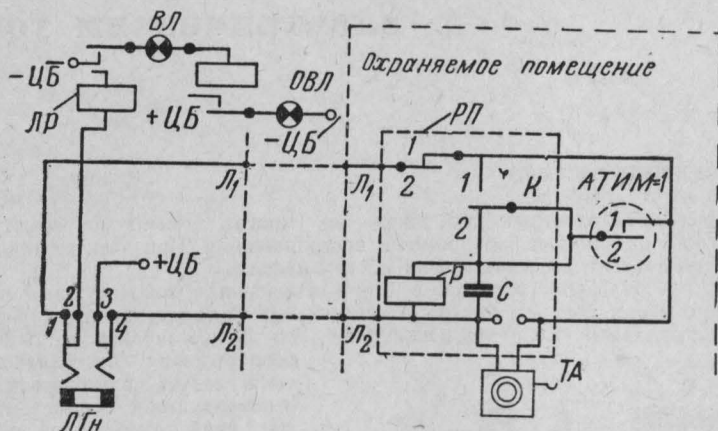


Рис. 131. Схема ЭПС с использованием местной телефонной сети

ной сигнализации (ЭПС) могут быть использованы коммутатор ЦБ и провода местной телефонной сети. Схема такой системы ЭПС [Л15] показана на рис. 131. Автоматические извещатели типа АТИМ-1 устанавливают в охраняемом помещении и подключают через релейную приставку РП к ближайшему телефонному аппарату ТА местной телефонной станции. Нормально приборы релейной приставки и извещатели отключены от линии телефонной связи Л. При возникновении пожара срабатывает соответствующий извещатель, который включает своими контактами 1—2 обмотку реле Р в телефонную линию и тем самым замыкается сигнальная цепь:

$+ЦБ, ЛГН_{3-4}, Л_2, Р, АТИМ_{1-2}, Л_1, ЛГН_{1-2}, ЛР, -ЦБ$.

В результате замыкания цепи срабатывают вызывные приборы коммутатора (загораются вызывная ВЛ и общевызывная ОВЛ лампочки). По окончании заряда конденсатора С реле Р своими контактами 1—2 размыкает вызывную цепь, и лампочки гаснут, а конденсатор разряжается через обмотку реле Р. После разряда конденсатора реле снова замыкает контакты 1—2, и лампочки снова загораются. Таким образом, на коммутаторе отмечается ритмичное мигание лампочек ВЛ и ОВЛ, и по этой сигнализации (она может быть дополнена звонком) телефонистка сообщает в пункт охраны (пожарного караула) о пожаре и месте его возникновения. Кнопка К служит для проверки исправности реле и соединительных проводов. Релейные приставки выпускаются промышленностью.

Первая помощь при поражении электрическим током

Освобождение от тока

Исход поражения электрическим током во многом зависит от быстроты и правильности оказания первой помощи пострадавшему. При электрическом ударе от этого зависит спасение жизни пострадавшего.

Если пострадавший остаётся в соприкосновении с токоведущими частями, то, прежде всего, следует быстро отключить ту часть установки, которой касается пострадавший. Если это невозможно,



Рис. 132. Освобождение от тока вручную

мо предварительно надеть боты, перчатки и действовать изолирующей штангой или клещами. На воздушных линиях, где нельзя быстро и безопасно освободить пострадавшего от тока, необходимо замкнуть провода накоротко, набросив на них предварительно заземлённый провод.

Меры первой помощи

Если после освобождения от тока пострадавший находится в сознании, но до этого был в обмороке, или продолжительное время находился под током, ему необходимо обеспечить полный покой до прибытия врача. Если пострадавший без сознания, но дышит, его надо уложить удобно, ровно и покойно, расстегнуть одежду, обеспечить приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт. Если у пострадавшего после освобождения от тока отсутствуют признаки жизни (дыхание, сердцебиение), нельзя считать его мёртвым, так как в таких случаях смерть часто бывает лишь кажущейся. При таком состоянии пострадавшего необходимо немедленно начать делать искусственное дыхание.

Наиболее эффективным и общедоступным способом производства искусственного дыхания является вдувание воздуха изо рта человека, оказывающего помощь, в рот или нос пострадавшего. Для этого пострадавшего надо уложить на спину на жёсткую поверхность (пол, скамья и т. п.), расстегнуть воротник,

пояс и другую стесняющую одежду. Встав на колени, оказывающий помощь запрокидывает голову у пострадавшего назад, очищает его рот от слизи указательным пальцем, обернутым платком или краем рубашки. Сделав глубокий вдох, оказывающий помощь плотно прикладывает через платок рот ко рту пострадавшего, зажимает ему нос и вдует воздух непосредственно в рот (рис. 133а). Можно также воздух вдывать в нос, зажимая рот пострадавшего (рис. 133б).

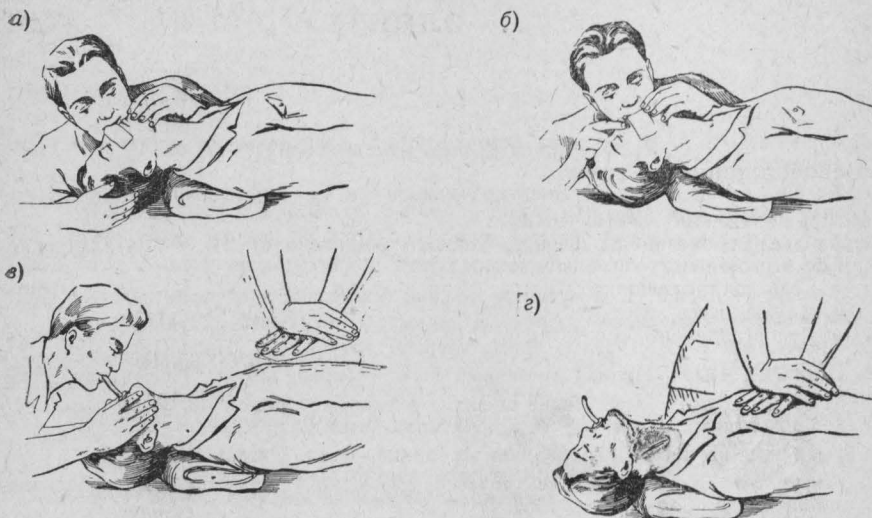


Рис. 133. Искусственное вдухание способом «изо рта в рот» и непрямой массаж сердца:

а) вдухание в рот, б) вдухание в нос, в) вдухание через воздуховод, г) непрямой массаж сердца

Воздух в рот пострадавшего можно вдывать через специальный воздуховод (рис. 133в) или через плотную резиновую трубку.

Одновременно с искусственным дыханием для поддержания кровообращения необходимо производить наружный (непрямой) массаж сердца. Для этого второй человек, оказывающий помощь, становится на колени с левой стороны пострадавшего, накладывает одну руку на другую и ритмично, толчками (50—60 раз в минуту) надавливает на нижнюю треть левой грудины, прижимая её на 3—4 см ближе к позвоночнику (рис. 133г). При нажатии кровь из сердца выталкивается в кровеносные сосуды, а при отпуске рук сердце расправляется и заполняется кровью из вен. Действия оказывающих помощь должны быть согласованы. Вдуть воздух и наружный массаж должны проводиться поочередно, т. е. один человек вдывает воздух (рис. 133в), а в паузы, когда у пострадавшего происходит фаза пассивного выдоха, другой человек надавливает на грудную клетку (рис. 133г). Во время вдвания воздуха нажимать на грудину нельзя. Если помощь оказывает один человек, то необходимо чередовать вдуть и массаж, т. е. сделать глубокий вдох, произвести вдуть воздух, а затем сделать 5—6 надавливаний на область грудины. Таким образом можно вызвать у пострадавшего самостоятельное дыхание и работу сердца или же поддерживать его жизнеспособность несколько часов до прибытия врача скорой помощи.

Искусственное дыхание вдуханием воздуха «изо рта в рот» или «изо рта в нос» в сочетании с наружным массажем сердца является доступным и значительно более эффективным способом, чем применявшиеся до сих пор ручные методы искусственного дыхания. Ни в коем случае нельзя зарывать пострадавшего в землю, так как это не только бесполезно, но и вредно.

Литература

1. Кузнецов А. И. Техника безопасности в электрических установках. Госэнергоиздат, 1952.
2. Королькова В. И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. Оборонгиз, 1962.
3. Злобинский Б. М. Основы техники безопасности. Изд. «Металлургия», 1965.
4. Золотницкий Н. Д. Основы техники безопасности в строительстве. «Росвузиздат», 1963.
5. Батурин В. В. Основы промышленной вентиляции. Профиздат, 1956.
6. Славин И. И. Производственный шум и борьба с ним. Профиздат, 1955.
7. Михайлов М. И. Влияние внешних электромагнитных полей на цепи проводной связи и защитные мероприятия. Связьиздат, 1959.
8. Коптев И. В. Теория воздушных линий связи. Связьиздат, 1956.
9. Кулешов В. Н. и др. Электрические измерения междугородных кабельных линий связи. Связьиздат, 1953.
10. Разумов Л. Д. Защита линий городских телефонных сетей, внутрирайонной связи и проводного вещания от влияния электрических железных дорог переменного тока. Связьиздат, 1963.
11. Шевелев М. Л. Противопожарная техника в машиностроении. Машгиз, 1955.
12. Правила устройства электроустановок. Изд. «Энергия», 1964.
13. Сборник действующих правил по технике безопасности, тт. I и II. Госэнергоиздат, 1961, 1962.
14. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН-245—63). Госстройиздат, 1963.
15. Журнал «Пожарное дело», 1963, № 4.
16. Правила строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей, ч. IV. Связьиздат, 1962.
17. Сборник постановлений и правил по охране труда и технике безопасности для предприятий и строительных организаций связи. Изд. «Связь», 1964.
18. Правила пожарной безопасности для учреждений, предприятий, строительства и жилых домов Министерства связи СССР. Связьиздат, 1960.
19. Кабельные и воздушные линии связи. Инженерно-технический справочник по электросвязи. Изд. «Связь», 1964.

Оглавление

	Стр.
Предисловие	3
 Глава I. Организация охраны труда в СССР	
§ 1. Основы законодательства по охране труда в СССР	4
§ 2. Организация работы по охране труда и технике безопасности	7
§ 3. Расследование, регистрация и учёт производственного травматизма	12
 Глава II. Основные положения по электробезопасности	
§ 4. Действие электрического тока на организм человека	14
§ 5. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям	16
§ 6. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение	26
 Глава III. Организационно-технические меры по электробезопасности	
§ 7. Организационные меры	30
§ 8. Технические меры безопасности при ведении работ на электроустановках	33
§ 9. Контроль за состоянием изоляции электроустановок	35
§ 10. Требования безопасности к электротехнической арматуре, аппаратуре управления и коммутации	37
§ 11. Блокировка, сигнализация и маркировка	42
 Глава IV. Защитные устройства в электроустановках и на линиях связи	
§ 12. Защитное заземление	48
§ 13. Защитное отключение	58
§ 14. Изолирующие подставки и изолирующие корпуса	58
§ 15. Защита от перехода напряжения из сети высшего напряжения в сеть низшего напряжения	59
§ 16. Опасные влияния линий электропередач (ЛЭП) на цепи связи и меры защиты	60
 Глава V. Меры безопасности при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования установок связи	
§ 17. Работа на воздушных линиях связи и радиотрансляционных сетях	74
§ 18. Работы на кабельных линиях	87
§ 19. Обслуживание антенно-мачтовых сооружений	91
	189

	Стр.
§ 20. Обслуживание выпрямителей и аккумуляторных установок	92
§ 21. Погрузочно-разгрузочные работы	96
§ 22. Холодная обработка металлов	99
§ 23. Сварочные работы	102
§ 24. Эксплуатация сосудов, работающих под давлением	103
§ 25. Обслуживание автотранспорта	104

Глава VI. Основы производственной санитарии

§ 26. Санитарные требования к промышленным предприятиям	106
§ 27. Вентиляция производственных помещений	109
§ 28. Освещение на предприятиях	115
§ 29. Производственный шум, вибрации и борьба с ними	119
§ 30. Электромагнитные излучения и меры защиты	122
§ 31. Радиоактивные излучения и меры защиты	128

Глава VII. Индивидуальные защитные средства

§ 32. Защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок	135
§ 33. Средства защиты от падения с высоты	138
§ 34. Средства защиты глаз	139
§ 35. Средства защиты органов слуха	141
§ 36. Средства защиты органов дыхания	142
§ 37. Спецодежда	143

Глава VIII. Пожарная опасность производств и противопожарные требования к производственным зданиям и сооружениям

§ 38. Процессы горения и огнеопасность горючих веществ	145
§ 39. Основные причины возникновения пожаров и противопожарные мероприятия	148
§ 40. Классификация производств по пожарной опасности	149
§ 41. Возгораемость строительных материалов и огнестойкость зданий и сооружений	152
§ 42. Противопожарные преграды и пути эвакуации	155
§ 43. Противопожарные требования к отоплению и вентиляции	157
§ 44. Защита от атмосферного и статического электричества	160

Глава IX. Меры пожарной безопасности на предприятиях связи

§ 45. Здания радиостанций и антенные поля	164
§ 46. Помещения телестудий	165
§ 47. Телефонные станции, телеграфы и почтамты	165

	Стр.
§ 48. Аккумуляторные помещения	166
§ 49. Трансформаторные камеры	167
§ 50. Склады	168

Глава X. Средства тушения пожаров

§ 51. Тушение пожаров водой и противопожарное водоснабжение . . .	171
§ 52. Пожарное оборудование и пожарные машины	173
§ 53. Спринклерные и дренчерные установки	176
§ 54. Ручные огнетушители и пожарные пункты	177
§ 55. Пожарная сигнализация и связь	182
Приложение	186
Литература	188

Роман Меерович Горбовицкий

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Техн. редактор К. Г. Маркоц

Редактор Т. С. Сидорова

Корректор И. Г. Длугач

Сдано в набор 6/XI 1965 г.

Подписано в печ. 27/I 1966 г.

Форм. бум. 60×90/16

12,0 печ. л.

11,16 уч.-изд. л.

T-02614

Тираж 23 000 экз. Бумага № 2

Зак. изд. 11492

Цена 57 коп.

Издательство «Связь», Москва-центр, Чистопрудный бульвар, 2

Типография издательства «Связь» Комитета по печати при Совете Министров СССР,
Москва-центр, ул. Кирова, 40. Зак. тип. 710