

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Электроснабжение»

Ю. А. Рудченко

ОХРАНА ТРУДА

КУРС ЛЕКЦИЙ

**для студентов специальности 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)»
заочной формы обучения**

Гомель 2010

УДК 621.311:331.45(075.8)
ББК 65.246.95я73
Р83

*Рекомендовано научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 29.09.2009 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Автоматизированный электропривод»
ГГТУ им. П. О. Сухого *А. В. Козлов*

Рудченко, Ю. А.
Р83 Охрана труда : курс лекций для студентов специальности 1-43 01 03 «Электро-снабжение (по отраслям)» заоч. формы обучения / Ю. А. Рудченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 72 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит краткие теоретические сведения по вопросам охраны труда в электроустановках. Включает шесть разделов: правовые и организационные вопросы охраны труда; производственная санитария; анализ опасности электрических сетей; электробезопасность; медицинская помощь; пожарная безопасность.

Для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» заочной формы обучения.

УДК 621.311:331.45(075.8)
ББК 65.246.95я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Цель государственной политики в области охраны труда – сохранение жизни и здоровья граждан в процессе трудовой деятельности.

1.1. Основные законодательные акты по охране труда

1. Правовой основой организации работы по охране труда в республике является *Конституция Республики Беларусь* (ст. 41, 45), которая обладает наивысшей юридической силой. Статья 41 гарантирует гражданам Республики Беларусь *право на труд*. Статья 45 гарантируется гражданам Республики Беларусь *право на охрану здоровья*.

2. Основополагающим актом, регулирующим правоотношения в сфере охраны труда, в настоящее время является *Трудовой кодекс Республики Беларусь*. Трудовой кодекс определяет основные обязанности, права и ответственность нанимателей и работников по вопросам охраны труда; устанавливает гарантии права работников на *охрану труда*; регламентирует деятельность службы охраны труда; устанавливает функции государства в этой области; предусматривает систему государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда и общественный контроль в этой области.

3. Ряд законов РБ: «*Об основах государственного социального страхования*», «*О санитарно-эпидемическом благополучии населения*», «*О сертификации продукции, работ и услуг*», «*О техническом нормировании и стандартизации*», «*О пожарной безопасности*», «*О промышленной безопасности опасных производственных объектов*» и т. д.

1.2. Органы государственного надзора и контроля за соблюдением правил и норм охраны труда

Государственные органы надзора и контроля осуществляют:

1. Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и об охране труда осуществляет *Департамент государственной ин-*

спекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь.

2. Надзор за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике осуществляет *Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике (Проматомнадзор)* при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

3. Надзор за безопасной эксплуатацией электрических и теплоиспользующих установок осуществляет *Государственный энергетический надзор (Госэнергонадзор)* Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору.

4. Надзор за соблюдением санитарного законодательства, санитарных норм, правил и гигиенических нормативов осуществляет *Государственный санитарный надзор (Госсаннадзор)* органами и учреждениями санитарно - эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

5. Контроль за проведением аттестации рабочих мест и установлением доплат по условиям труда, правильностью применения списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию за работу с особыми условиями труда осуществляет *Государственная экспертиза по условиям труда*;

6. Контроль в сфере обеспечения безопасности дорожного движения *Государственная автомобильная инспекция (ГАИ)*.

7. Надзор за обеспечением пожарной безопасности осуществляет *Государственный пожарный надзор (Госпожнадзор)*.

8. Надзор за техническим состоянием тракторов, мелиоративных, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин и оборудования осуществляет *Государственный технический надзор (Гостехнадзор)*.

1.3. Инструктажи по охране труда

Проводятся следующие виды инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

Вводный инструктаж по охране труда проводят со всеми работниками, которые впервые приняты на постоянную или временную работу, независимо от их образования, трудового стажа или стажа по этой профессии, должности, а также с учащимися, воспитанниками и студентами при прохождении производственной практики и перед началом трудового и профессионального обучения. Вводный инструктаж по охране труда проводит инженер по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте до начала производственной деятельности проводят со всеми работниками, принятыми на работу; работниками переведенными из одного подразделения в другое; работниками, выполняющими новую для них работу, временными работниками; со строителями, выполняющими, строительномонтажные работы на территории нанимателя; командированными, принимающими участие в производственном процессе; со студентами, учащимися и воспитанниками, прибывшими на производственную практику нанимателя.

Повторный инструктаж проходят все работники независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы *не реже одного раза в полугодие* за исключением лиц, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, с использованием инструмента, хранением и применением сырья и материалов. С этими лицами инструктаж на рабочем месте может не проводиться. Повторный инструктаж проводят по программе первичного инструктажа на рабочем месте или в объеме инструкций на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж проводят при:

- введении в действие новых или переработанных нормативных актов (документов) по охране труда или внесении изменений и дополнении к ним;
- изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приборов и инструмента, сырья, материалов и других факторов, влияющих на охрану труда;
- нарушении рабочим нормативных правовых актов (документов) по охране труда;
- требовании государственных органов надзора и контроля при нарушении работниками действующих нормативных правовых актов (документов) по охране труда;
- перерывах в работах – для работ по профессиям, к которым предъявляются повышенные требования *более чем 6 месяцев*, а для *остальных работ – один год*;
- при поступлении информационных материалов об авариях и несчастных случаях, происшедших на аналогичных производствах.

Объем и содержание инструктажа определяется в каждом отдельном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызванных необходимостью его проведения, а также с учетом уровня исполнения требуемых правил безопасности на рабочих местах.

Целевой инструктаж проводят при:

- выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и т.п.);
- ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;
- производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и т.п.;
- проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы и т. д.).

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводят непосредственные руководители работ.

1.4. Общественно-административный (трехступенчатый) контроль за соблюдением законодательства по охране труда

Руководство организацией трехступенчатого контроля осуществляют руководитель предприятия и председатель комитета профсоюза.

Первая ступень контроля проводится на участке цеха, в смене или бригаде. Вторая ступень – в цехе, участке предприятия. И третья ступень – на предприятии в целом.

Первая ступень контроля проводится начальником участка (мастером, начальником смены) и общественным инспектором по охране труда *ежедневно* в начале рабочего дня (смены).

В этом случае рекомендуется проверять: выполнение мероприятий по устранению нарушений, выявленных предыдущей проверкой; состояние и правильность организации рабочих мест (расположение и наличие необходимого инструмента, приспособлений, заготовок и др.); безопасность технологического оборудования, грузоподъемных и транспортных средств; соблюдение работающими правил электробезопасности при работе на электроустановках и с электроинструментом; соблюдение правил безопасности при работе с вредными и пожаро-взрывоопасными веществами и материалами; наличие и соблюдение работниками инструкций по охране труда; наличие и правильность использования работающими средств индивидуальной защиты; наличие у работающих удостоверений по технике безопасности, нарядов-допусков на выполнение работ с повышенной опасностью.

Вторую ступень контроля проводит комиссия, возглавляемая начальником цеха и старшим общественным инспектором по охране

труда цеха, *не реже двух раз в месяц* (как правило, один раз в неделю). В состав комиссии входят руководители (представители) технических служб цеха, инженер отдела охраны труда предприятия и медработник, закрепленный за цехом.

На второй ступени трехступенчатого контроля рекомендуется проверять: организацию и результаты работы первой ступени контроля; выполнение мероприятий, намеченных в результате проведения второй и третьей ступеней контроля; выполнение приказов и распоряжений руководителя предприятия и начальника цеха, решений комитета профсоюза, предложений общественных инспекторов по вопросам охраны труда; выполнение мероприятий по предписаниям и указаниям органов надзора и контроля; выполнение мероприятий по материалам расследования несчастных случаев; исправность и соответствие производственного оборудования, транспортных средств и технологических процессов требованиям стандартов безопасности труда и другой нормативно-технической документации по охране труда; соблюдение работающими правил электробезопасности при работе на электроустановках и с электроинструментом; наличие и состояние защитных и противопожарных средств и устройств, контрольно-измерительных приборов; своевременность и качество проведения инструктажа работающих по безопасности труда; наличие и правильность использования работающими средств индивидуальной защиты; соблюдение установленного режима труда и отдыха, трудовой дисциплины.

Третью ступень проводит комиссия, возглавляемая руководителем или главным инженером предприятия и председателем комитета профсоюза, *не реже одного раза в квартал* (как правило, один раз в месяц).

В состав комиссии входят руководитель службы охраны труда, председатель комиссии охраны труда комитета профсоюза, руководители технических служб (по принадлежности), руководитель технадзора за зданиями и сооружениями, начальник пожарной охраны, руководитель медицинской службы предприятия.

К контролю рекомендуется привлекать внештатных технических инспекторов труда. Проверку проводят в присутствии руководителя и старшего общественного инспектора по охране труда проверяемого подразделения.

На третьей ступени трехступенчатого контроля рекомендуется проверять: организацию и результаты работы первой и второй ступе-

ней контроля; выполнение мероприятий, намеченных в результате проведения третьей ступени контроля; выполнение приказов и распоряжений вышестоящих хозяйственных организаций, постановлений и решений профсоюзных органов, предписаний и указаний органов надзора и контроля, приказов руководителя предприятия и решений комитета профсоюза по вопросам охраны труда; выполнение мероприятий, предусмотренных комплексными планами, коллективными договорами, соглашениями по охране труда и другими документами; выполнение мероприятий по материалам расследования тяжелых и групповых несчастных случаев и аварий; организацию внедрения стандартов безопасности труда; обеспеченность работающих спец-одеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, правильность их выдачи, хранения, организацию стирки, чистки и ремонта; обеспеченность работающих санитарно-бытовыми помещениями и устройствами; состояние кабинетов охраны труда; состояние стендов по охране труда, своевременное и правильное их оформление; организацию и качество проведения обучения и инструктажей работающих по безопасности труда.

1.5. Производственный травматизм и его причины

Производственная травма (несчастный случай) нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным воздействием на работника какого-либо опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

В соответствии с видом воздействия вредного производственного фактора на человека травмы подразделяются на: *механические* (ушибы, переломы, раны и др.), *тепловые* (ожоги, обморожения, тепловые удары), *химические* (химические ожоги, острое отравление, удушье), *электрические*, *комбинированные* и др.

По степени тяжести повреждений травмы подразделяются на *легкие*, *тяжелые* и *смертельные*. Кроме того, травмы могут быть групповыми (если травмировано два и более работников).

Профессиональным заболеванием называется заболевание, которое развивается в результате воздействия на работающего специфических для данной работы вредных производственных факторов и вне контакта с ними возникнуть не может.

Причины травматизма и заболеваний на производстве можно подразделить на следующие группы: технические, организационные,

санитарно-гигиенические, психофизиологические, субъективные и экономические.

Техническими причинами могут быть: конструктивные недостатки машин, механизмов, инструментов, приспособлений или их неисправность; отсутствие, несовершенство, неисправность ограждающих, блокировочных, вентиляционных устройств; отсутствие зануления или заземления электроустановок и др.

Организационные причины — это несвоевременное или некачественное проведение инструктажей и обучения по охране труда работающих, отсутствие инструкций по охране труда, недостаточный контроль за выполнением требований охраны труда работающими, неудовлетворительное содержание рабочего места, недостатки в организации групповых работ, в обеспечении рабочих спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и др.

Санитарно-гигиенические причины — неблагоприятные природно-климатические условия или микроклимат в помещениях, повышенное содержание в воздухе вредных веществ, высокий уровень шума, вибраций, излучений, нерациональное освещение; антисанитарное состояние рабочих мест и бытовых помещений, несоблюдение правил личной гигиены и др.

Психофизиологические причины — монотонность, высокая напряженность труда, несоответствие анатомо-физиологических и психологических особенностей организма условиям труда, усталость, неудовлетворительная психологическая обстановка в коллективе и др.

Субъективные причины — это личная недисциплинированность работника, невыполнение инструкций по охране труда, нахождение в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, в болезненном состоянии и др.

Экономическими причинами могут быть стремление работающих обеспечить высокую выработку и заработную плату при пренебрежительном отношении к вопросам охраны труда, недостаточное выделение средств на мероприятия по улучшению условий труда и др.

1.6. Профилактика производственного травматизма

Цель профилактики производственного травматизма – снижение уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости и в конечном итоге – *укрепление здоровья трудящихся*. Она достигается улучшением условий труда, внедрением мероприя-

тий по обеспечению безопасности труда и производственной санитарии.

Мероприятий по борьбе с травматизмом и профессиональными заболеваниями подразделяются на *технические, санитарно-гигиенические и организационные.*

Техническими мероприятиями по безопасности труда в электрохозяйствах промпредприятий являются:

- комплексная механизация и автоматизация процессов управления в системах электроснабжения (например, дистанционное управление электроприводами производственных машин и механизмов, переключения в электросетях, сетевая автоматика, механизация электромонтажных работ и др.);

- замена опасного производственного оборудования более безопасным (например, применение воздушных выключателей вместо масляных, сухие разделки кабелей);

- применение предохранительных приспособлений (например, конечные выключатели у грузоподъемных машин, усовершенствование защит в электроустановках от аварийных режимов и др.);

- периодические проверки и испытания электроустановок, грузоподъемных машин, производственного энергооборудования;

- совершенствование коллективных и индивидуальных средств защиты работающих.

К санитарно-гигиеническим мероприятиям относятся:

- рациональное освещение рабочих мест и рабочих зон;

- обеспечение нормативных значений температуры относительной влажности и скорости движения воздуха в производственных помещениях; защита работающих от холода или от вредных тепловых излучений; мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией;

- замена вредных веществ и материалов безвредными или менее вредными.

К организационным мероприятиям относятся:

- соблюдение правил охраны труда;

- тщательное расследование и учет несчастных случаев;

- своевременное проведение планово-предупредительных ремонтов в системах электроснабжения и электропотребления;

- обучение и инструктаж электротехнического персонала;

- оборудование кабинетов (уголков) по охране труда, показ кинофильмов, проведение смотров мероприятий по охране труда.

1.7. Расследование и учет несчастных случаев

Расследуются несчастные случаи, в результате которых работники получили травмы, в том числе отравления, тепловые удары, ожоги, обморожения, утопления, поражения электрическим током, молнией, излучением, телесные повреждения, причиненные другими лицами, последствия взрывов, аварий, разрушения зданий, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, повлекшие за собой необходимость перевода потерпевшего на другую работу, временную (не менее одного дня) или стойкую утрату трудоспособности либо его смерть, происшедшие в течение рабочего времени, во время установленных перерывов, в периоды времени до начала и после окончания работ, при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни. Расследованию и учету подлежат все впервые выявленные случаи профессиональных заболеваний, которые включены в перечень профессиональных заболеваний, определяемый Министерством здравоохранения и Министерством труда и социальной защиты.

Расследование несчастного случая должно быть проведено в срок *не более трех дней*. После завершения расследования оформляется акт о несчастном случае на производстве формы Н-1 в четырех экземплярах. Если в ходе расследования установлено, что несчастный случай произошел при совершении потерпевшим противоправных действий (хищение, угон транспортных средств и т.п.), в результате умышленных действий по причинению вреда своему здоровью, либо обусловлен исключительно состоянием здоровья потерпевшего, то такой несчастный случай оформляется актом о непроизводственном несчастном случае формы НП в четырех экземплярах. Акт формы Н-1 или акт формы НП с материалами расследования хранится *в течении 45 лет*.

Специальному расследованию подлежат:

- групповые несчастные случаи, происшедшие одновременно с двумя и более лицами, независимо от тяжести полученных травм;
- несчастные случаи со смертельным исходом;
- несчастные случаи с тяжелым исходом.

Специальное расследование несчастного случая проводится в течение *14 дней* со дня получения сообщения о несчастном случае на производстве. По результатам специального расследования государ-

ственным инспектором труда составляется и подписывается заключение о несчастном случае.

Расследование острого профессионального заболевания проводится *в течение трех дней*, а хронического профессионального заболевания – 14 дней после получения извещения. Расследование профессионального заболевания проводится врачом-гигиенистом территориального центра гигиены и эпидемиологии. В расследовании профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом принимает участие государственный инспектор труда. По результатам расследования врач-гигиенист составляет акт о профессиональном заболевании формы ПЗ-1 на каждого заболевшего в 6 экземплярах. При одновременном профессиональном заболевании двух и более человек, профессиональном заболевании со смертельным исходом акт формы ПЗ-1 составляется в 7 экземплярах. Наниматель обеспечивает хранения актов формы ПЗ-1 *в течение 45 лет*.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

2.1. Виды производственного освещения и их краткая характеристика

Естественное освещение – это освещение помещений дневным светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в темное время суток или при недостаточности естественного освещения. Создается оно искусственными источниками света (лампами накаливания или газоразрядными лампами) и подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное*. Искусственное освещение проектируется двух систем: *общее* и *комбинированное*. В последнем случае к общему освещению добавляется местное.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение создает условия для выполнения работы в любом месте освещаемого пространства. При общем локализованном освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создавать большую освещенность на рабочих местах.

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света.

Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним площадях. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается.

Кроме рабочего освещения нормами предусмотрено устройство *аварийного, эвакуационного и охранного* освещения.

Аварийное освещение нужно предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса, нарушению работы электростанций, насосных установок водоснабжения, узлов связи и других по-

добных объектов. Наименьшая освещенность, создаваемая аварийным освещением, должна составлять 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий. Светильники аварийного освещения для продолжения работы присоединяют к независимому источнику питания.

Эвакуационное освещение предназначено для безопасной эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения в местах, опасных для прохода людей, на лестницах, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работает более 50 человек. Это освещение должно обеспечивать на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц освещенность 0,5 лк (в помещениях) и 0,2 лк (на открытых территориях). Светильники для эвакуационного освещения присоединяют к сети, независимой от рабочего освещения.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территории, охраняемых в ночное время; оно должно обеспечивать освещенность 0,5 лк на уровне земли.

Дежурное освещение предназначено для минимального искусственного освещения для несения дежурств охраны в нерабочее время, совпадающее с темным временем суток.

Для охранного и дежурного освещения помещений выделяют часть светильников рабочего или аварийного освещения.

2.2. Требования к естественному и искусственному освещению

Гигиенические требования к производственному освещению могут быть следующие:

- спектральный состав света, создаваемого искусственными источниками, должен приближаться к солнечному свету;
- уровень освещенности должен быть достаточным и соответствовать гигиеническим нормам, учитывающим условия зрительной работы;
- отсутствие пульсаций и слепящего действия света;
- равномерное распределение яркости.

В процессе эксплуатации осветительных установок необходимо предусматривать регулярную очистку от загрязнений светильников и остекленных проемов, своевременную защиту отработавших свой срок службы ламп, контроль напряжений в осветительной сети, систематический ремонт элементов осветительной установки, регуляр-

ную окраску стен и потолка, контроль освещенности на рабочих местах.

2.3. Требования к метеорологическим условиям на предприятии

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, которые определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения и относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если труд протекает в помещении, то эти показатели в совокупности (за исключением барометрического давления) принято называть *микроклиматом производственного помещения*.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Параметры микроклимата для санитарно-бытовых помещений должны соответствовать значениям, приведенным в Санитарных нормах.

2.4. Классификация работ по степени тяжести

Разграничение работ по категориям тяжести осуществляется по уровню (интенсивности) общих энергозатрат организма в процессе труда в ккал/ч (Вт). Установлены три категории:

категория I - легкие физические работы – виды деятельности с энергозатратами до 150 ккал/ч (174 Вт). К категории Ia относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (энергозатраты до 120 ккал/час, т.е. до 139 Вт). К категории Ib – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и некоторым физическим напряжением (энергозатраты 121 - 150 ккал/ч, т. е. 140 - 174 Вт).

категория II – физические работы средней тяжести – виды деятельности с расходом энергии 151-250 ккал/ч (175-290 Вт). К категории IIa относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (энергозатраты 151 - 200 ккал/час, т.е. 175-232 Вт). К категории IIб –

работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и умеренным физическим напряжением (энергозатраты 201 - 250 ккал/час, т.е. 233 - 290 Вт).

категория III -тяжелые физические работы – работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (энергозатраты более 250 ккал/час, т. е. более 290 Вт).

2.5. Производственные вредности: пыли, газы и пары. Их нормирование

Многие технологические процессы характеризуются выделением в воздушную среду *пыли* – взвешенных в воздухе, медленно оседающих, твердых частиц разных размеров. Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется *аэрозолью*, осевшая – *аэрогелью*.

Эффект воздействия пыли на организм человека зависит от токсичности, физико-химических свойств, дисперсности и концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Наибольшую опасность для организма человека представляют мелкодисперсные пыли. Дисперсность определяется с помощью микроскопа по наименьшему размеру пылинок. Концентрацию пыли в воздухе определяют с помощью весового метода, суть которого в определении масса пыли, оставшейся на фильтре при протяжке пыльного воздуха за 2 минуты.

Пары и газы, хорошо растворяясь в биологических средах, попадают в кровь и вызывают нарушение нормальной жизнедеятельности организма человека. *По физиологическому воздействию* они могут подразделяются на четыре основные группы:

1. Раздражающие, действующие на поверхностные ткани дыхательного тракта и слизистые оболочки. К ним относятся: *сернистый газ, хлор, аммиак, фтористый водород, окислы азота, пары серной и азотной кислот, ацетон, озон.*

2. Удушающие, нарушающие процесс усвоения кислорода тканями. К ним относятся: *окись углерода, сероводород, цианистый водород.*

3. Наркотические, действующие как наркотики. К ним относятся: *азот под давлением, трихлорэтилен, дихлорэтан, четыреххлористый углерод, ацетилен, бензин.*

4. Соматические, вызывающие нарушение деятельности всего организма или его отдельных органов и систем. К ним относятся пары

следующих веществ: свинец, ртуть, бензол, мышьяк и его соединения, олово, марганец, фосфор.

Воздух рабочей зоны производственного помещения должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям по содержанию вредных веществ (газа, пара, аэрозоли) и частиц пыли.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать *предельно-допустимых концентраций* (ПДК).

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) – концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

2.6. Производственные вредности: шум. Источники шума. Классификация шума. Воздействие на организм человека. Методы и средства защиты от шума

Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, неблагоприятно действующих на организм человека.

Источниками производственного шума могут быть различные механизмы, машины и транспортные средства (механический шум), электрические машины и аппараты (электромагнитный шум), вентиляционные системы и двигатели внутреннего сгорания (аэродинамический шум).

Механический шум возникает в результате ударов в сочленяющихся частях машин, их вибрации, при механической обработке деталей, в зубчатых передачах, в подшипниках качения и т. п.

Аэродинамический шум появляется в результате пульсации давления в газах и жидкостях при их движении в трубопроводах и каналах (турбомашины, насосные агрегаты, вентиляционные системы и т. п.

Электромагнитный шум является результатом растяжения и изгиба ферромагнитных материалов при воздействии на них переменных электромагнитных полей (электрические машины, трансформаторы, дроссели и т. п.

Шум на производстве неблагоприятно действует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание работающих, увеличивает

число ошибок в работе, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. При длительном воздействии шума на организм происходят нежелательные явления: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, снижается внимание. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчики, мостовые краны и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве. Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ и возникновению сердечно-сосудистых заболеваний; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Защита работающих от шума может осуществляться как коллективными средствами и методами, так и индивидуальными средствами. В первую очередь надо использовать коллективные средства, которые по отношению к источнику шума подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта. Наиболее эффективны мероприятия, ведущие к снижению шума в источнике его возникновения. Коллективные средства защиты от шума: звукоизоляции и глушители. Средства индивидуальной защиты от шума: наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы.

2.7. Производственные вредности: ультразвук. Источники. Воздействие на организм человека. Методы и средства защиты

Ультразвук – упругие колебания с частотами выше диапазона слышимости человека, выше 20000 Гц, распространяющиеся в виде волны в газах, жидкостях и твердых телах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны.

Источники ультразвука – все виды ультразвукового технологического оборудования, ультразвуковые приборы и аппаратура промышленного и медицинского назначения. К источникам ультразвука относятся также оборудование и аппаратура, при эксплуатации которых ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

У работающих с ультразвуковыми установками нередко наблюдаются функциональные нарушения нервной системы, изменения давления, состава и свойства крови. Работающие жалуются на головные боли, быструю утомляемость и потерю слуховой чувствительности.

Для коллективной защиты от воздействия повышенных уровней ультразвука можно использовать следующие направления: уменьшение вредного излучения ультразвуковой энергии в источнике ее возникновения; локализацию действия ультразвука конструктивными и планировочными решениями; проведение организационно-профилактических мероприятий.

Для локализации ультразвука обязательным является применение звукоизолирующих кожухов, полужоухов, экранов. Если эти меры не дают положительного эффекта, то ультразвуковые установки нужно размещать в отдельных помещениях и кабинах, облицованных звукопоглощающими материалами.

Организационно-профилактические мероприятия заключаются в проведении инструктажа работающих и установлении рациональных режимов труда и отдыха.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются противощумы.

2.8. Производственные вредности: инфразвук. Источники. Воздействие на организм человека. Методы и средства защиты

Инфразвук – область акустических колебаний в диапазоне частот ниже 20 Гц.

Источниками инфразвука чаще всего являются мощное оборудование при сравнительно низком рабочем числе оборотов, ходов, ударов и т.д. (например, поршневые компрессоры с рабочей частотой 1200 оборотов в минуту и менее, виброплощадки, мартены или конвертеры металлургического производства в горнодобывающей промышленности, газодинамические или химические установки, турбины, кондиционирующие системы, промышленные вентиляторы).

Длительное воздействие инфразвуковых колебаний на организм человека воспринимаются как физическая нагрузка, и приводит к появлению: утомляемости, головной боли, головокружения, вестибулярные нарушения, нарушению сна, снижается острота зрения и слуха, нарушается периферическое кровообращение, психическим расстройствам, нарушению функций центральной нервной системы и

пищеварения, появляется чувство страха и т. п.

Меры по ограничению неблагоприятного влияния инфразвука на работающих должны предусматривать: ослабление инфразвука в его источнике, устранение причин воздействия; изоляцию инфразвука; поглощение инфразвука, постановку глушителей; индивидуальные средства защиты; медицинскую профилактику.

2.9. Производственные вредности: вибрация. Источники вибрации. Классификация вибрации. Воздействие на организм человека. Мероприятия по защите от вибрации

Вибрация – это сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которую оно имело в статическом состоянии.

Вибрация генерируется различным технологическим оборудованием: метало – и деревообрабатывающим, транспортными средствами, ручным электрифицированным инструментом и различными машинами. Кроме того, вибрация во многих случаях используется для интенсификации некоторых технологических процессов.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на *общую*, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и *локальную*, передающуюся через руки человека.

Общие вибрации вызывают поражение нервной и сердечно-сосудистой систем, утомление, головные боли, тошноту, появление внутренних болей, ощущение тряски внутренних органов, расстройство аппетита, нарушение сна и др.

Местные (локальные) вибрации приводят к спазмам сосудов, которые развиваются с концевых фалангов пальцев и через кисть и предплечье охватывают сосуды сердца, ухудшают периферическое кровообращение (из-за спазмов сосудов конечностей), приводят к снижению болевой чувствительности, ограничению подвижности суставов (из-за окостенения сухожилий мышц и отложения солей в суставах), атрофии мышц и др.

Наибольшую опасность представляет общая вибрация, так как на частотах 6-9 Гц возможны разрывы внутренних органов из-за резонанса.

Различают организационно-технические и лечебно-профилактические мероприятия, ограничивающие неблагоприятное

влияние вибрации на организм человека. К организационно-техническим мероприятиям относятся:

- автоматизация и механизация производственных процессов;
- уменьшение вибрации в источнике образования конструктивными и технологическими методами на стадии разработки новых и модернизации существующих машин и оборудования;
- уменьшение вибрации на пути распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения, например, за счет применения специальных сидений, площадок с пассивной пружинной изоляцией, резиновых, поролоновых и других виброгасящих настилов, мастик и т.д.;
- своевременное проведение планового и предупредительного ремонта машин с обязательным послеремонтным контролем вибрационных характеристик;
- своевременное проведение ремонта профилей путей и поверхностей для перемещения машин, их покрытий, креплений поддерживающих конструкций и др., влияющих на вибрационные характеристики машин;
- исключение контакта работающих с вибрирующими поверхностями за пределами рабочего места, или рабочей зоны путем установки ограждений, сигнализации, блокировок, предупреждающих надписей и т.д.;

Комплекс лечебно-профилактических мероприятий включает:

- профилактические осмотры работников, подверженных влиянию вибрации;
- режимы труда (перерывы в работе через каждый час 10-15 мин., рекомендуется, чтобы общее время контакта с вибрирующими машинами не превышала $\frac{2}{3}$ длительности рабочего дня);
- витаминизацию работников (витамин С, В1 и никотиновая кислота);
- организацию профилактического отдыха (теплые водные процедуры для рук, специальная производственная гимнастика);
- использование средств индивидуальной защиты (виброзащитные рукоятки, виброзащитные рукавицы или перчатки, виброзащитная обувь и др.).

2.10. Производственные вредности: электромагнитные поля. Источники электромагнитных полей. Воздействие на организм человека. Методы защиты от электромагнитных полей

Электромагнитные поля (ЭМП) можно подразделить на искусственные и естественные, поля высокой частоты, промышленной частоты и постоянные магнитные поля.

Искусственными источниками высокочастотных ЭМП служат обычно индукторы (для нагрева металлов), конденсаторы (для нагрева диэлектриков), фидерные линии, клистронные и магнетронные генераторы и др. Излучателями ЭМП служат также антенны радиостановок, радиолокационные установки различного назначения (радионавигация, радиоастрономия и др.).

Линии электропередачи (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства (ОРУ), устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные и соединительные шины являются источниками ЭМП промышленной частоты.

Источниками постоянных магнитных полей являются: электромагниты, соленоиды, литые и металлокерамические магниты и др.

Источниками естественных ЭМП являются: атмосферное электричество, радиоизлучения солнца и галактик, квазистатические, электрические и магнитные поля земли.

Облучение ЭМП большой интенсивности может привести к разрушительным изменениям в тканях и органах. Длительное хроническое воздействие ЭМП небольшой интенсивности (не вызывающих теплового эффекта) приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца и т. п.).

Одним из наиболее эффективных и часто применяемых методов защиты от ЭМП является экранирование. Для экранов используются, главным образом, материалы с большой электрической проводимостью (медь, латунь, алюминий и его сплавы, сталь). Экраны выполняются в виде сплошных листов или сетки.

В качестве средств индивидуальной защиты применяется спецодежда, изготовленная из металлизированной ткани в виде комбинезонов, халатов, передников, курток с капюшонами и смонтированными в них защитными очками.

2.11. Производственные вредности: лазерные излучения. Воздействие на организм человека. Методы и средства защиты от лазерных излучений

Лазером называется генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения. Лазерное излучение представляет собой электромагнитное излучение, частота волны которого лежит в области видимой глазом человека. Еще одной особенностью лазерного излучения является его острая направленность (малая расходимость пучка излучения), что позволяет на сравнительно малой площади получать большие значения плотности энергии.

Лазеры применяются в промышленности (резка, пробивка отверстий, сварка, связь), медицине (хирургия глаза, нейрохирургия и др.), науке и других областях.

Различают термическое и нетермическое действия лазерных излучений. Термическое действие излучений лазеров непрерывного действия имеет много общего с обычным нагревом – ожогом тканей. Лица, длительно работающие с лазерами, иногда жалуются на повышенную общую утомляемость, головные боли, повышенную возбудимость, нарушение сна и т. п.

Средства защиты от лазерного излучения подразделяются на коллективные и индивидуальные. Их также можно подразделить на организационно-планировочные и инженерно-технические.

Средства индивидуальной защиты от лазерного излучения включают в себя средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки), средства защиты рук, специальную одежду.

Организационно-планировочные способы и средства включают в себя: рациональное размещение рабочих мест и лазерного оборудования; допуск к работе лиц, специально обученных, прошедших медицинское освидетельствование, инструктаж; допуск в помещение только непосредственно занятых работой на лазерной установке не менее двух лиц; обязательное выделение и ограждение лазероопасной зоны дисциплинарными барьерами; размещение в помещении не более одного лазера (если два, то их следует помещать в светонепроницаемые боксы); направление луча лазера на огнестойкую и не отражающую стенку; окраска поверхностей помещения в цвета с малым коэффициентом отражения (темные матовые цвета; мишень в светлый цвет); обеспечение в помещении обильного естественного ($K.E.O. > 1,5\%$ на всех площадях) и искусственного ($E > 150$ лк) ос-

вещения; систематический контроль уровней лазерного излучения на рабочих местах.

Инженерно-технические способы и средства включают в себя: уменьшение мощности источника (если позволяет технология); укрытие генератора и лампы накачки светонепроницаемым экраном; устройство блокировки, исключающей вспышку лампы накачки при открытом кожухе, блокировка дверей в помещениях и отверстиях в боксах с включением лазера; передача лазерного луча к мишени по световодам или по ограниченному непрозрачным экраном пространству; применение дистанционного управления, сигнальных устройств и др.

2.12. Производственные вредности: ионизирующее излучение. Источники ионизирующего излучения. Воздействие на организм человека.

Принципы защиты от ионизирующих излучений

Ионизирующим излучением называется любое излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды (образование заряженных атомов или молекул – ионов).

Искусственными источниками ионизирующих излучений являются радиоактивные выпадения от ядерных взрывов, выбросы атомных электростанций (АЭС), заводов по переработке ядерного топлива, выбросы тепловыми электростанциями золы, содержащей естественные радиоактивные торий и радий.

Кроме того, к источникам ионизирующих излучений относят: аппараты для лучевой терапии; радиационные дефектоскопы; радиоизотопные термоэлектрические генераторы; толщиномеры; плотномеры, влагомеры, высотомеры; измерители и сигнализаторы уровня жидкости; нейтрализаторы статического электричества; электрокардиостимуляторы; пожарные извещатели и др.

Определенному облучению люди подвергаются также при медицинских процедурах, изотопной и рентгеновской диагностике и радиационной терапии, при просмотре телепередач и работе на дисплеях.

Ионизация живой ткани приводит к разрыву молекулярных связей и изменению химической структуры различных соединений. Изменения в химическом составе значительного числа молекул приводят к гибели клеток.

Необходимо различать внешнее облучение и внутреннее. Альфа- и бета-частицы, обладая незначительной проникающей способно-

стью, вызывают при внешнем облучении только кожные поражения. Признаки *хронического поражения* проявляются в сухости кожи, трещинах на ней, ее изъязвлении, ломкости ногтей, выпадении волос. При *остром лучевом ожоге* кистей рук наблюдаются отеки, пузыри и омертвление тканей, могут появиться также долго не заживающие лучевые язвы, на месте образования которых возможны раковые заболевания. Рентгеновские и гамма-лучи могут привести к летальному исходу, не вызвав при внешнем облучении изменения кожных покровов, так как обладают большой проникающей способностью.

Внутреннее облучение происходит при попадании радиоактивного вещества внутрь организма при вдыхании воздуха, загрязненного радиоактивными элементами; через пищеварительный тракт (при приеме пищи, питье загрязненной воды, курении) и в редких случаях через кожу.

При попадании радиоактивного вещества внутрь организма человек подвергается непрерывному облучению до тех пор, пока радиоактивное вещество не распадется или не выведется из организма в результате физиологического обмена. Это облучение очень опасно, так как вызывает долго не заживающие язвы, поражающие различные органы.

Защита работающих с радиоактивными изотопами от ионизирующих облучений осуществляется системой технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий.

Для поглощения или либо ослабления ионизирующего излучения применяют «экраны», под которыми понимают передвижные или стационарные щиты. Выбор материала для изготовления защитного экрана зависит от преобладающего вида излучения.

Для работы с газообразными и летучими радиоактивными веществами предназначены закрытые боксы.

При опасности значительного загрязнения помещения радиоактивными изотопами поверх хлопчатобумажной одежды следует надевать пленочную одежду (перчатки, нарукавники, брюки, фартук, халат, костюм), закрывающую все тело или только места наибольшего загрязнения.

Безопасность работы с радиоактивными веществами и источниками излучения можно обеспечить, организовав систематический дозиметрический контроль за уровнями внешнего и внутреннего облучения обслуживающего персонала, а также за уровнем радиации в окружающей среде.

2.13. Производственные вредности: статическое электричество. Условия возникновения и накопления статического электричества. Воздействие на организм человека. Методы и средства защиты от статического электричества

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов изделий или на изолированных проводниках.

В технологических процессах, сопровождающихся трением, измельчением, разбрызгиванием, распылением, фильтрованием и просеиванием веществ, на самих материалах и на оборудовании образуется электрический потенциал, измеряемый тысячами и десятками тысяч вольт.

В промышленности вредное и опасное проявление статического электричества наблюдается при монтаже и сборке радиоэлектронного оборудования, изготовлении, испытании, транспортировке и хранении полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, при переливании растворителей, нанесении покрытий распылением и ряде других процессов, где применяются диэлектрические материалы.

Воздействие статического электричества на человека может проявляться в виде слабого длительно протекающего тока или в форме кратковременного разряда через его тело. Такой разряд вызывает у человека рефлекторное движение, что в ряде случаев может привести к попаданию работающего в опасную зону производственного оборудования и закончиться несчастным случаем.

Потенциал изолированного от земли человеческого тела может достигать 7000 В и более, а максимальная энергия, освобождающаяся при искровом разряде – 2,5...7,5 мДж. Такой энергии достаточно для поджигания многих газо-, паро- и даже пылевоздушных смесей.

Защита от статического электричества ведется преимущественно по двум направлениям: уменьшением интенсивности генерации электрических зарядов и устранением уже образовавшихся зарядов.

Уменьшением интенсивности генерации электрических зарядов достигается:

- экранирование источника поля или рабочего места;
- применение нейтрализаторов, статического электричества;
- применение антистатических препаратов или увлажнение,

- электризующихся материалов;
- замена, по возможности, легкоэлектризующихся материалов и изделий на неэлектризующиеся;
- подбор контактирующих поверхностей, исходя из условий наименьшей электризации;
- уменьшение скорости переработки и транспортировки материалов;
- поддержание оптимальной относительной влажности (не ниже 60%) воздуха рабочих помещений;
- удаление зон пребывания обслуживающего персонала от источников электростатических полей.

Устранение зарядов статического электричества достигается, прежде всего, заземлением электропроводных частей технологического оборудования.

2.14. Правила охраны труда при работе на ПЭВМ. Вредные и опасные производственные факторы. Требования к организации режима труда и отдыха при работе на ПЭВМ

К самостоятельной работе на ПЭВМ с использованием ВДТ допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет прошедшие медосмотр (в дальнейшем каждые 2 года).

В процессе работы на ПЭВМ на работающего могут оказывать воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы, основными из которых являются:

физические: повышенные уровни электромагнитного излучения промышленной частоты и высокочастотные; повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны; повышенный или пониженный уровень освещенности рабочей зоны; повышенная или пониженная яркость светового изображения; повышенный уровень пульсаций светового потока;

психофизиологические: напряжение зрения, памяти и внимания; длительное статическое напряжение; большой объем информации, обрабатываемой в единицу времени; монотонность труда; нерациональная организация рабочего места; эмоциональные перегрузки.

Медико-биологические исследования показали, что работа с ПЭВМ увеличивает опасность заболеваний: органов зрения (60% пользователей); сердечно-сосудистой системы (60%); снижение половой активности (40%).

Опасные излучения монитора компьютера. Для любой ЭЛТ

(кинескопа) – и телевизионной и компьютерной – характерно рентгеновское излучение, возникающее при торможении электронов. По своим свойствам оно напоминает гамма-радиацию. Однако в современных кинескопах применяются настолько эффективные меры по снижению рентгеновского излучения, что оно практически не обнаруживается на естественном фоне Земли.

Кроме того, мониторы создают электростатическое поле. Во время работы экран монитора заряжается до потенциала в десятки тысяч вольт. Сильное электростатическое поле небезопасно для человеческого организма. В литературе отмечено, что сверхнизкочастотные переменные поля повышают выброс ионов кальция из костной ткани. При удалении от экрана влияние электростатического поля значительно убывает.

При работе монитора электризуется не только его экран, а и воздух в помещении. Он приобретает положительный заряд.

Положительные ионы воздуха очень опасны для человеческого организма. А. Чижевский (Россия), исследуя ионизацию воздуха, пришел к выводу о благотворном влиянии на человеческий организм отрицательных аэронов и негативном воздействии положительных. В помещении, где работает монитор, отрицательных ионов почти нет, а положительные – в избытке.

Положительно заряженная молекула кислорода не воспринимается человеческим организмом как кислород. В помещении может быть сколько угодно свежего воздуха, но если он имеет положительный заряд, – это все равно, что его нет. Человек начинает в буквальном смысле задыхаться.

Кроме того, мельчайшие частички пыли, пролетая в непосредственной близости от поверхности дисплея, заряжаются статическим электричеством и устремляются к лицу оператора. Через дыхательные пути они проникают в легкие. Попадая на кожу, эти частички забивают поры, препятствуя «дыханию» кожи, могут вызвать аллергическую реакцию. Наряду с другими факторами это может способствовать развитию рака кожи.

Специфическая нагрузка на зрение. На глаза тоже ложится большая нагрузка. Мышцы, меняющие геометрию хрусталика, постоянно сокращаются, пытаясь устранить нерезкость. Дополнительную нагрузку на зрение дают мерцание экрана с частотой кадровой развертки, хотя мы этого не замечаем.

Кроме того при работе с ПК пользователь вынужден часто шу-

ряться, чтобы чётче рассмотреть детали изображения на экране или уменьшить его яркость. Это может привести к астенопии (зрительно-му утомлению) и сухости глаз. Таким образом, для глаз вредны не только ЭЛТ-дисплеи, но и ЖК. Чем сильнее человек щурится, тем реже он моргает. При максимальном напряжении зрения частота моргания снижается 4 раз в минуту. Сама по себе такая тенденция не опасна, однако в результате недостаточного увлажнения глаз у пользователей возникает чувство сильного дискомфорта, "песка в глазах".

Нагрузка на костно-мышечную систему. Человек, работающий за компьютером, подолгу пребывает в вынужденной неподвижной позе. При этом вредно то, что мышцы и кости человека испытывают такие нагрузки, на которые не рассчитаны. Дело не в величине нагрузок – они невелики, а в их характере. Когда человек сидит за компьютером, он длительное время пребывает в положении, которое оказывается неудобным для его костно-мышечной системы. При этом нарушается обмен веществ в мышцах, мышечная ткань становится более плотной, а скелет испытывает значительные статические нагрузки.

Влияние компьютера на психику человека. Как уже говорилось выше, электромагнитные поля, излучаемые компьютером, оказывают специфическое действие на живой организм. При этом особо выделяется «компьютерная усталость». В тяжелых случаях она внешне напоминает алкогольное опьянение; пошатывающаяся походка, невнятная речь. Психологи отмечают, что характер человека, который излишне увлекается общением с компьютером, изменяется в худшую сторону. Человек становится замкнутым, раздражительным, круг его интересов зачастую сужается.

Требования к помещениям: помещения должны иметь естественное и искусственное освещение, коэффициент естественной освещенности (КЕО) должен быть не ниже 1,5%; площадь на одно рабочее место с ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 м², а объем не менее 20,0 м³; высота помещений (от пола до потолка) должна быть не менее 3,0 м; во всех типах учебных заведений для отделки внутреннего интерьера помещений запрещается применять полимерные материалы (древесностружечные плиты, слоистый бумажный пластик, синтетические ковровые покрытия и др.); должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

Таблица 2.1

Оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в помещениях с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в дошкольных учреждениях и во всех типах учебных заведений, включая вузы

Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
19	62	0,1
20	58	0,1
21	55	0.1

Требования к рабочему месту: экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм; высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм; клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии не менее чем 300 мм от края; конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм.

Требования к организации режима труда и отдыха при работе на ПЭВМ. Режимы труда и отдыха при работе с ЭВМ, ПЭВМ и ВДТ должны определяться видом и категорией трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана ВДТ, ПЭВМ или ЭВМ с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Для каждого из видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ (табл. 2), которые определяются: для группы А – по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену; для группы Б – по суммарному числу вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену; для группы В – по суммарному времени непосредственной работы с ВДТ, ПЭВМ и ЭВМ за рабочую смену, но не более 6 часов за смену.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Время регламентированных перерывов в зависимостях от продолжительности рабочей смены, вида и категории трудовой деятельности с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ

Категория работы с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ВДТ			Суммарное время регламентированных перерывов	
	Группа А количество знаков	Группа Б количество знаков	Группа В, час	При 8-ми часовой смене	При 12-ти часовой смене
1	До 20000	До 15000	До 2,0	30	70
2	До 40000	До 30000	До 4,0	50	90
3	До 60000	До 40000	До 6,0	70	120

3. АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

3.1. Физические явления при растекании тока в землю

Стекание тока в землю происходит только через проводник, находящийся в непосредственном контакте с землей. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным.

В последнем случае проводник или группа соединенных между собой проводников, находящихся в контакте с землей, называется *заземлителем*. Кроме того, одиночный проводник, находящийся в контакте с землей, называется также *одиночным заземлителем*, или *заземляющим электродом*, или просто *электродом*, а заземлитель, состоящий из нескольких параллельно соединенных электродов, называется также *групповым или сложным заземлителем*.

Стекание тока в землю сопровождается возникновением на заземлителе, в земле вокруг заземлителя и на поверхности земли некоторых потенциалов.

В объеме земли, где проходит ток, возникает так называемое *поле растекания тока*. Теоретически оно простирается до бесконечности. Однако в действительных условиях уже на расстоянии 20 м от заземлителя сечение слоя земли, через который проходит ток, оказывается столь большим, что плотность тока здесь практически равна нулю. Следовательно, *при шаровом заземлителе* малого радиуса, поле растекания можно считать ограниченным объемом сферы радиусом примерно 20 м.

При малых расстояниях между электродами *группового заземлителя* (менее 40 м) поля растекания токов как бы накладываются одно на другое, а потенциальные кривые электродов взаимно пересекаются и, складываясь, образуют непрерывную суммарную потенциальную кривую группового заземлителя.

В результате поверхность земли на участках между электродами приобретает некоторый потенциал. При этом *форма суммарной потенциальной кривой зависит от расстояния между электродами, их взаимного расположения, числа, формы и размеров*.

3.2. Напряжение шага

Напряжением шага называется напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

Напряжение шага при одиночном заземлителе. Напряжение шага зависит от формы потенциальной кривой, т. е. от типа заземли-

теля, и изменяется от некоторого максимального значения до нуля с изменением расстояния от заземлителя (рис. 3.1).

Максимальные значения $U_{\text{ш}}$ будет при наименьшем расстоянии от заземлителя, когда человек одной ногой стоит непосредственно на заземлителе, а другой – на расстоянии шага от него. Объясняется это тем, что потенциал вокруг заземлителей распределяется по вогнутым кривым и, следовательно, наибольший перепад оказывается, как правило, в начале кривой.

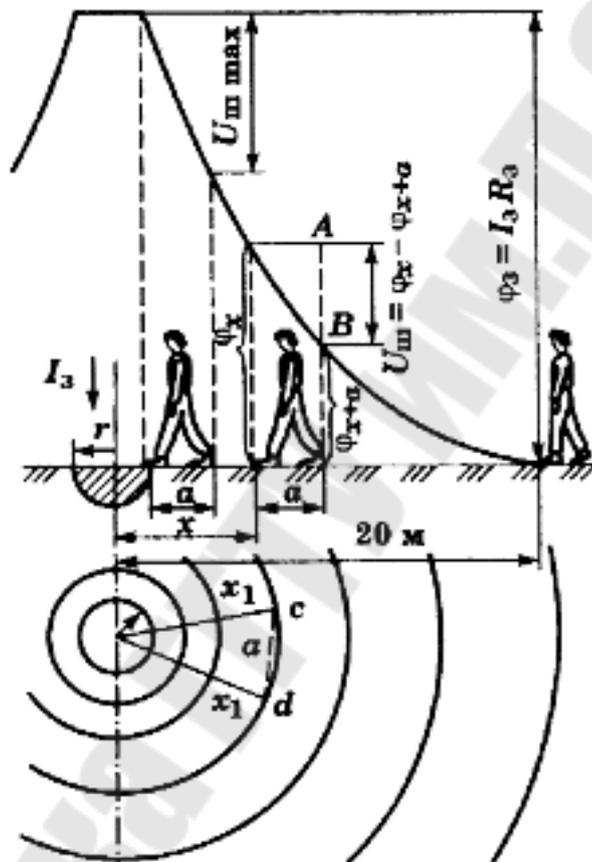


Рис. 3.1. Шаговое напряжение при одиночном заземлителе

Наименьшие значения $U_{\text{ш}}$ будет при бесконечно большом удалении от заземлителя, а практически за пределами поля растекания тока, т. е. дальше 20 м. В этом месте $U_{\text{ш}} \approx 0$. На расстояниях, меньших 20 м, $U_{\text{ш}}$ будет иметь промежуточное значение, зависящее от типа заземлителя.

3.3. Напряжение шага при групповом заземлителе

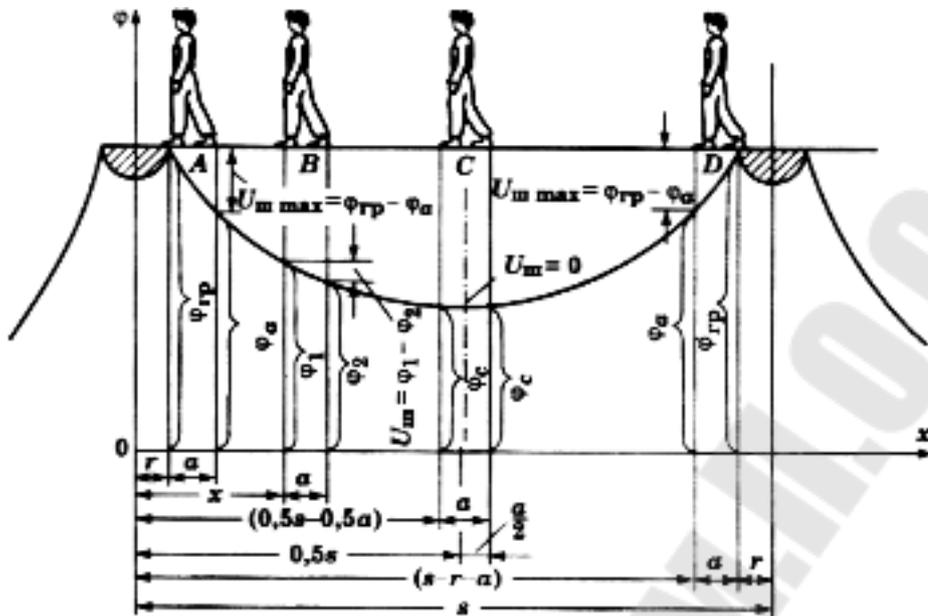


Рис. 3.2. Шаговое напряжение при групповом заземлителе

В пределах площади, на которой размещены электроды группового заземлителя, напряжение шага меньше, чем при одиночном заземлителе, но также изменяется от некоторого максимального значения до нуля при удалении от электродов (рис. 3.2).

Максимальное напряжение шага будет, как и при одиночном заземлителе, в начале потенциальной кривой, т. е. когда человек одной ногой стоит непосредственно на электроде (или на участке земли, под которым зарыт электрод), а другой – на расстоянии шага от электрода (положения *A* и *D* на рис. 3.2).

Минимальное, напряжение шага соответствует случаю, когда человек стоит на «точках» с одинаковыми потенциалами (положение *C* на рис. 3.2) в этом случае $U_{ш} = 0$.

3.4. Напряжение прикосновения

Напряжением прикосновения $U_{пр}$ называется разность потенциалов между двумя точками токоведущей цепи, в которую включен человек.

Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе. Пусть мы имеем оборудование, например электродвигатели, корпуса которых заземлены с помощью *одиночного* заземлителя (электрода) (рис. 3.3).

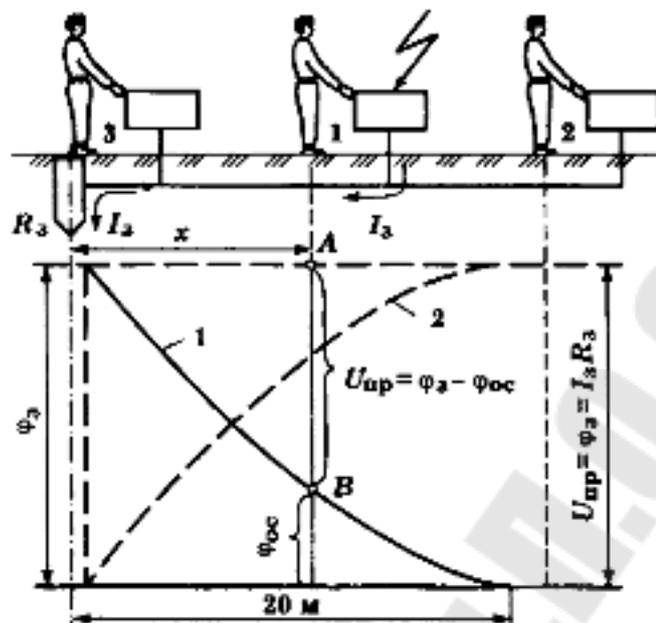


Рис. 3.3. Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе:
 1 – потенциальная кривая; 2 – кривая, характеризующая изменение $U_{\text{пр}}$ при изменении x

При замыкании на корпус одного из этих двигателей на заземлителе и на всех присоединенных к нему металлических частях, в том числе на корпусах двигателей, появится потенциал $U_{\text{пр}}$. Поверхность земли вокруг заземлителя также будет иметь потенциал, изменяющийся по кривой, зависящей от формы и размеров заземлителя (электрода).

Напряжение прикосновения для человека, касающегося заземленного корпуса двигателя и стоящего на земле (см. случай 1 на рис. 3.4), характеризуется отрезком AB и зависит от формы потенциальной кривой и расстояния (x) между человеком и заземлителем: чем дальше от заземлителя находится человек, тем больше $U_{\text{пр}}$ и наоборот.

Так, при наибольшем расстоянии, т. е. при $x = \infty$, а практически при $x = 20$ м (случай 2 на рис. 3.3) напряжение прикосновения имеет наибольшее значение: $U_{\text{пр}} = \varphi_3$. Это наиболее опасный случай прикосновения.

При наименьшем значении x , т. е. когда человек стоит непосредственно на заземлителе (случай 3 на рис. 3.3), $U_{\text{пр}} = 0$.

Это безопасный случай – человек не подвергается воздействию напряжения, хотя он и находится под потенциалом заземлителя φ_3 .

При других значениях x в пределах от 0 до 20 м (случай 1) $U_{пр}$ плавно возрастает от 0 до φ_3 .

Напряжение прикосновения при групповом заземлителе. Известно, что если поля растекания токов электродов группового заземлителя накладываются одно на другое, то все точки поверхности земли на участке между электродами имеют потенциалы, отличные от нуля. Поэтому в любом месте этого участка $U_{пр} < \varphi_3$.

Как и в случае одиночного заземлителя, $U_{пр} = 0$ тогда, когда человек, касаясь заземленного предмета, стоит непосредственно на электроде, входящем в состав группового заземлителя. Наибольшие значения $U_{пр}$ будет иметь на определенном расстоянии от электродов, зависящем от их формы и взаимного расположения (рис. 3.4).

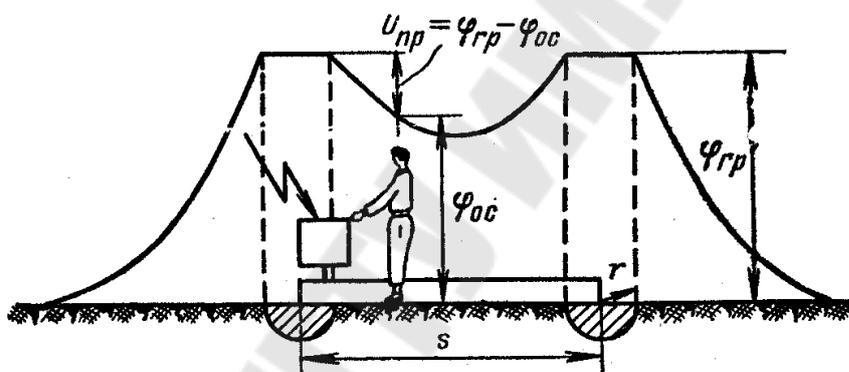


Рис. 3.4. Напряжение прикосновения при групповом заземлителе

3.5. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям в сетях с глухозаземленной нейтралью при нормальном режиме

На рис. 3.5 показаны обобщенная сеть и ее эквивалентная схема в момент прикосновения человека.

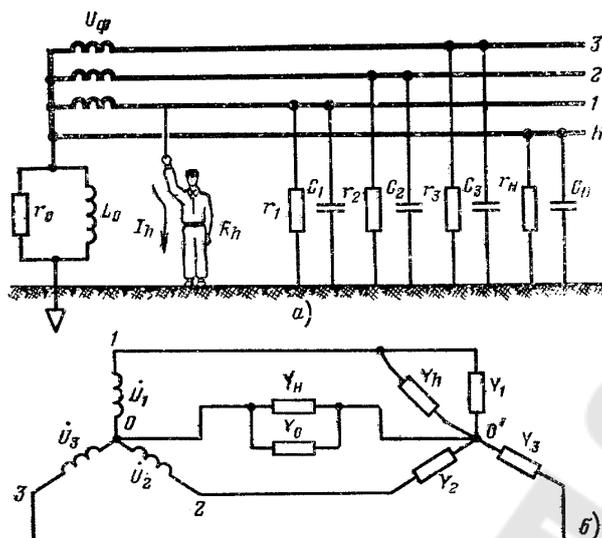


Рис. 3.5. Прикосновение человека к фазному проводу трехфазной четырехпроводной сети с нейтралью, заземленной через активное и индуктивное сопротивление:

a – схема сети; *б* – эквивалентная схема замещения;
 1, 2, 3 – номера фазных проводов; *H* – нулевой провод

Полные проводимости изоляции фазных и нулевого проводов относительно земли и заземления нейтрали в комплексной форме равны, См,

$$Y_1 = \frac{1}{r_1} + j\omega C_1;$$

$$Y_2 = \frac{1}{r_2} + j\omega C_2;$$

$$Y_3 = \frac{1}{r_3} + j\omega C_3;$$

$$Y_H = \frac{1}{r_H} + j\omega C_H;$$

$$Y_0 = \frac{1}{r_0} + j\frac{1}{\omega L_0},$$

а полная проводимость тела человека, См,

$$Y_h = \frac{1}{R_h}.$$

При прикосновении человека к одной из фаз, например фазе 1 (рис. 3.5), напряжение прикосновения определится выражением, В,

$$\bar{U}_{\text{пр}} = U_{\phi} \frac{Y_2(1-a^2) + Y_3(1-a) + Y_{\text{н}} + Y_0}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_0 + Y_h + Y_{\text{н}}}, \quad (3.1)$$

где a – фазный оператор трехфазной системы, учитывающий сдвиг фаз,

$$a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Ток, проходящий через человека:

$$\bar{I}_h = \bar{U}_{\text{пр}} \bar{Y}_h = U_{\phi} Y_h \frac{Y_2(1-a^2) + Y_3(1-a) + Y_{\text{н}} + Y_0}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_{\text{н}} + Y_0 + Y_h}. \quad (3.2)$$

При нормальном режиме работы сети проводимости фазных и нулевого проводов относительно земли по сравнению с Y_0 имеют малые значения и с некоторым допущением могут быть приравнены к нулю, т. е.

$$Y_1 = Y_2 = Y_3 = Y_{\text{н}} = 0.$$

В этом случае уравнения (3.1) и (3.2) значительно упростятся. Так, напряжение прикосновения в действительной форме будет, В,

$$U_{\text{пр}} = U_{\phi} \frac{Y_0}{Y_0 + Y_h}$$

или

$$U_{\text{пр}} = \frac{U_{\phi} R_h}{R_h + r_0}, \quad (3.3)$$

а ток через человека, А,

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + r_0}. \quad (3.4)$$

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок r_0 не должно превышать 10 Ом; сопротивление же тела человека R_h не опускается ниже нескольких сотен Ом. Следовательно, без большой ошибки в (3.3) и (3.4) можно пренебречь значением r_0 и считать, что *при прикосновении к одной из фаз трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью человек оказывается практически под фазным напряжением U_{ϕ} , а ток, проходящий через него, равен частному от деления U_{ϕ} на R_h .*

Из уравнения (3.4) вытекает еще один вывод: ток, проходящий через человека, прикоснувшегося к фазе трехфазной сети с заземлен-

ной нейтралью в период нормальной ее работы, практически не изменяется с изменением сопротивления изоляции и емкости проводов относительно земли, если сохраняется условие, что полные проводимости проводов относительно земли весьма малы, по сравнению с проводимостью заземления нейтрали.

3.6. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям в сетях с глухозаземленной нейтралью при аварийном режиме

При аварийном режиме, когда одна из фаз сети, например фаза 3 (рис. 3.6, а), замкнута на землю через относительно малое активное сопротивление r_{3M} , уравнение (3.1) имеет следующий вид:

$$U_{\text{ПР}} = U_{\phi} \frac{Y_{3M}(1-a) + Y_0}{Y_{3M} + Y_0 + Y_h}.$$

Здесь мы также приняли, что Y_1 , Y_2 и Y_h малы по сравнению с Y_0 , а Y_3 по сравнению с Y_0 и Y_{3M} , т. е. приравнены к нулю.

Выполнив соответствующие преобразования и учтя, что

$$Y_{3M} = \frac{1}{r_{3M}}; \quad Y_0 = \frac{1}{r_0}; \quad Y_h = \frac{1}{R_h},$$

получим напряжение прикосновения в действительной форме, В,

$$U_{\text{ПР}} = U_{\phi} R_h \frac{\sqrt{r_{3M}^2 + 3r_{3M}r_0 + (r_0\sqrt{3})^2}}{r_{3M}r_0 + R_h(r_{3M} + r_0)}.$$

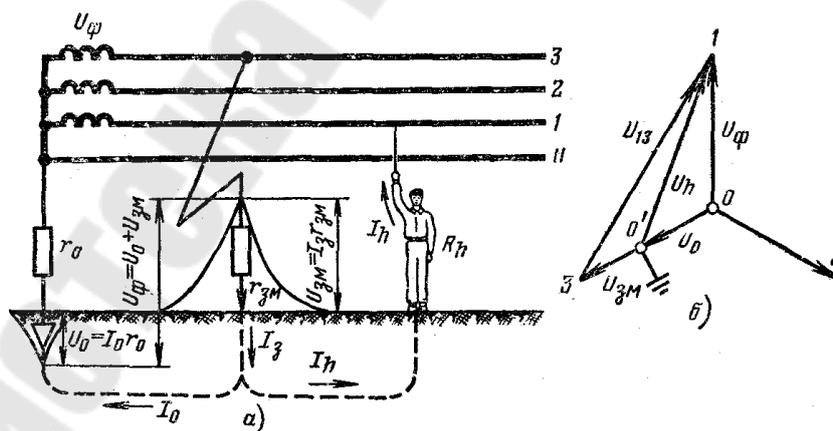


Рис. 3.6. Прикосновение человека к фазному проводу трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью при аварийном режиме: а – схема сети; б – векторная диаграмма напряжений

С целью упрощения этого выражения сделаем допущение, что

$$3 \cdot r_{3M} \cdot r_0 = 2\sqrt{3} \cdot r_{3M} \cdot r_0.$$

В результате получим:

$$U_{\text{ПР}} = U_{\phi} R_h \frac{r_{\text{ЗМ}} + r_0 \cdot \sqrt{3}}{r_{\text{ЗМ}} r_0 + R_h (r_{\text{ЗМ}} + r_0)}. \quad (3.5)$$

Ток через человека будет, А,

$$I_h = U_{\phi} \frac{r_{\text{ЗМ}} + r_0 \cdot \sqrt{3}}{r_{\text{ЗМ}} r_0 + R_h (r_{\text{ЗМ}} + r_0)}. \quad (3.6)$$

Рассмотрим два характерных случая.

1. Если принять, что сопротивление замыкания провода на землю $r_{\text{ЗМ}}$ равно нулю, то уравнение (3.5) примет вид:

$$U_{\text{ПР}} = U_{\phi} \sqrt{3}.$$

Следовательно, в данном случае человек окажется под воздействием линейного напряжения сети.

2. Если принять равным нулю сопротивление заземления нейтрали r_0 , то

$$U_{\text{ПР}} = U_{\phi},$$

т. е. напряжение, под которым окажется человек, будет равно фазному напряжению.

Однако в практических условиях сопротивления $r_{\text{ЗМ}}$ и r_0 всегда больше нуля, поэтому *напряжение, под которым оказывается человек, прикоснувшийся в аварийный период к исправному фазному проводу трехфазной сети с заземленной нейтралью, всегда меньше линейного, но больше фазного, т. е.*

$$U_{\phi} \sqrt{3} > U_{\text{ПР}} > U_{\phi}. \quad (3.7)$$

Это положение иллюстрируется векторной диаграммой, приведенной на рис. 3.6, б и соответствующей рассматриваемому случаю.

Этот вывод вытекает также из уравнения (3.5). Так, при небольших значениях $r_{\text{ЗМ}}$ и r_0 по сравнению с R_h первым слагаемым в знаменателе можно пренебречь.

Тогда дробь при любых соотношениях $r_{\text{ЗМ}}$ и r_0 будет всегда > 1 , но меньше $\sqrt{3}$, т. е. получим выражение (3.7).

Таким образом, *прикосновение человека к исправному фазному проводу сети с заземленной нейтралью в аварийный период более опасно, чем при нормальном режиме.*

3.7. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям в сетях с изолированной нейтралью при нормальном режиме

При нормальном режиме работы рассматриваемой сети напряжение $U_{\text{ПР}}$ и ток I_h в период касания человека к одной фазе, например фазе 1 (рис. 3.7), определяются уравнениями (3.1) и (3.2), в которых надо принять $Y_n = Y_0 = 0$.

Так, выражение для тока в комплексной форме будет, А,

$$\bar{I}_h = U_{\phi} Y_h \frac{Y_2(1-a^2) + Y_3(1-a)}{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_h}. \quad (3.8)$$

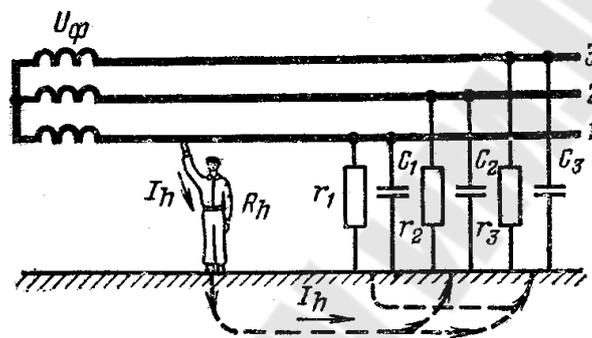


Рис. 3.7. Прикосновение человека к проводу трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью при нормальном режиме работы

Пользуясь этим выражением, оценим опасность прикосновения к фазному проводу для следующих трех случаев.

1. При равенстве сопротивлений изоляции и емкостей проводов относительно земли, т. е. при

$$r_1 = r_2 = r_3 = r; \\ C_1 = C_2 = C_3 = C,$$

а, следовательно, при

$$Y_1 = Y_2 = Y_3 = Y = \frac{1}{r} + j\omega C$$

ток через человека в комплексной форме будет, А,

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + \frac{1}{3Y}} = \frac{U_{\phi}}{R_h + \frac{Z}{3}}, \quad (3.9)$$

где $Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{\frac{1}{r} + j\omega C}$ – комплекс полного сопротивления провода от-

носительно земли, Ом.

В действительной форме этот ток равен, А,

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h} I_h = \frac{U_\phi}{R_h} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r(r+6R_h)}{9R_h(1+r^2\omega^2C^2)}}}. \quad (3.10)$$

2. При равенстве сопротивлений изоляции и отсутствии емкостей, т. е. при

$$\begin{aligned} r_1 = r_2 = r_3 = r; \\ C_1 = C_2 = C_3 = 0, \end{aligned}$$

что может иметь место в коротких воздушных сетях, ток через человека будет, А,

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + \frac{r}{3}}. \quad (3.11)$$

3. При равенстве емкостей и весьма больших сопротивлениях изоляции, т. е. при

$$\begin{aligned} C_1 = C_2 = C_3 = C; \\ r_1 = r_2 = r_3 = \infty, \end{aligned}$$

что может быть в кабельных сетях, будем иметь, А,

$$I_h = \frac{U_\phi 3\omega C}{\sqrt{9R_h\omega^2C^2 + 1}} = \frac{U_\phi}{\sqrt{R_h^2 + \left(\frac{x_c}{3}\right)^2}}. \quad (3.12)$$

где $x_c = \frac{1}{\omega C}$ – емкостное сопротивление, Ом.

Выражения (3.8) - (3.12) показывают, что в сетях с изолированной нейтралью опасность для человека, прикоснувшегося к одному из фазных проводов в период нормальной работы сети, зависит от сопротивления проводов относительно земли, с увеличением сопротивления опасность уменьшается.

Вместе с тем этот случай, как правило, менее опасен, чем прикосновение в сети с заземленной нейтралью [сравните уравнения (3.6) и (3.11)].

3.8. Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям в сетях с изолированной нейтралью при аварийном режиме

При аварийном режиме работы сети (рис. 3.8), когда возникло замыкание фазы (например, фазы 3) на землю через малое активное сопротивление $r_{3М}$, проводимости двух других фаз можно принять равными нулю. Тогда, подставив в уравнение (9), $Y_1 = Y_2 = 0$, получим ток, протекающий через человека, A ,

$$I_h = U_{\phi} \cdot Y_h \frac{Y_3 \cdot (1-a)}{Y_3 + Y_h}.$$

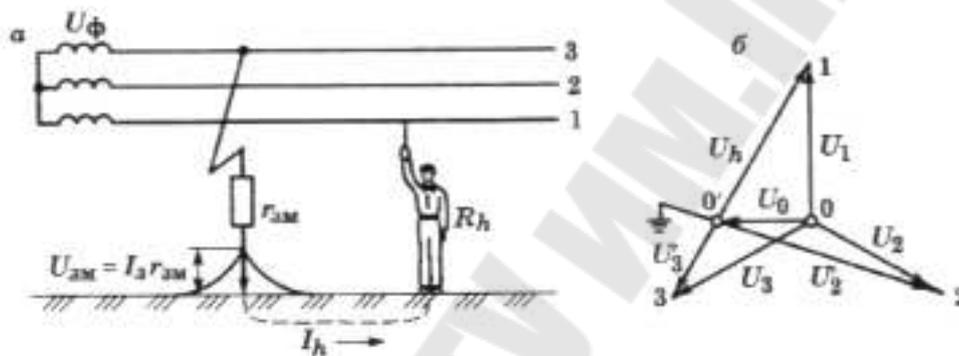


Рис. 3.8. Прикосновение человека к проводу трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью при аварийном режиме:
а – схема сети; б – векторная диаграмма напряжений
(при условии, что $Y_1 = Y_2 = Y_3 = 0$)

Произведя соответствующие преобразования и имея в виду, что $Y_3 = \frac{1}{r_{3М}}$ и $Y_h = \frac{1}{R_h}$, получим выражение для тока в действительной форме, A ,

$$I_h = \frac{U_{\phi} \cdot \sqrt{3}}{R_h + r_{3М}}. \quad (3.13)$$

Напряжение прикосновения будет, B ,

$$U_{ПР} = U_{ПР} = I_h R_h = U_{\phi} \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{R_h}{R_h + r_{3М}}. \quad (3.14)$$

Если принять, что $r_{3М} = 0$, или по крайней мере считать, что $r_{3М} \ll R_h$ (так обычно бывает на практике), то согласно (3.14) получим:

$$U_{\text{ПР}} = U_{\text{ф}} \cdot \sqrt{3},$$

т. е. человек окажется под линейным напряжением сети.

В действительных условиях $r_{3\text{М}}$ всегда больше 0, поэтому напряжение, под которым окажется человек, прикоснувшийся в аварийный период к исправной фазе трехфазной сети с изолированной нейтралью, будет значительно больше фазного и несколько меньше линейного напряжения сети.

Таким образом, этот случай прикосновения во много раз опаснее прикосновения к той же фазе сети при нормальном режиме работы [ср. уравнения (3.12) и (3.13), имея в виду, что $r_{3\text{М}} \ll \frac{r}{3}$].

Этот случай является также, более опасным, чем прикосновение к здоровой фазе трехфазной сети с заземленной нейтралью [ср. уравнения (3.6) и (3.13), имея в виду, что r_0 мало по сравнению с $r_{3\text{М}}$].

4. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

4.1. Молниезащита зданий и сооружения. Виды воздействия тока молнии. Устройство молниезащиты

Различают следующие виды воздействия тока молнии *электромагнитные, тепловые и механические* воздействия.

С грозовым разрядом связано возникновение мощного электромагнитного поля, которое индуцирует напряжение на проводах и проводящих конструкциях зданий и сооружений вблизи места удара. Индуцированные напряжения на линиях электропередачи могут достигать сотен киловольт и вызывать перекрытие изоляции.

Протекание тока молнии связано с выделением тепла в проводнике. Ток молнии, может вызвать нагревание проводника до температуры каления, плавления или испарения.

Механические воздействия тока молнии проявляются в расщеплениях деревьев, разрушении небольших каменных строений, кирпичных труб, не защищенных молниеотводами, и пр.

Устройства молниезащиты (молниеотводы) состоят из молниеприемников, непосредственно воспринимающих на себя удар молнии, токоотводов и заземлителей. Молниеприемники применяют следующих видов:

стержневые – из вертикально установленного стержня из стали круглой, полосовой, угловой, трубчатой сечением не менее 100 мм^2 , длиной не менее 200 мм, укрепленного на опоре или непосредственно на самом защищаемом здании или сооружении;

тросовые – из стального многопроволочного оцинкованного троса не менее 35 мм^2 , укрепленного на опорах над защищаемыми зданиями или сооружениями;

молниеприёмная сетка – из стальной проволоки диаметром 6 мм, уложенная на неметаллическую кровлю здания непосредственно или под несгораемый утеплитель. В зависимости от категории здания по устройству молниезащиты сетки применяют с ячейками размерами 6×6 ; 3×12 ; 12×12 ; 6×24 м.

Молниеприемником могут служить также металлическая кровля и другие металлические части, возвышающиеся над зданием (сооружением). Конструкции токоотводом и заземлителей в устройствах молниезащиты подобны конструкциям заземляющих проводников и заземлителей в устройствах защитного заземления электроустановок,

поэтому требования к их устройству и прокладке, а также методы производства монтажных работ аналогичны описанным выше.

4.2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются:

- оформление работы нарядом-допуском (далее нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончание работы.

Ответственными за безопасность работ являются: лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение; допускающий – ответственное лицо из оперативного персонала; ответственный руководитель работ; производитель работ; наблюдающий; члены бригады.

4.3. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Для подготовки рабочего места при работах со снятием напряжения должны быть выполнены в указанном порядке следующие технические мероприятия:

- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратурой вывешены запрещающие плакаты;
- проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;
- наложено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления);
- вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты, ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части.

4.4. Воздействие электрического тока на организм человека

Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического (нагрев тканей и биологических сред), электролитического (разложения крови и плазмы) и биологического (раздражение и возбуждение нервных волокон и других органов тканей организма) воздействий.

Любое из этих воздействий может привести к *электрической травме*, т. е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги. Различают местные электротравмы и электрические удары.

К *местным электротравмам* относят: электрический ожог (результат теплового воздействия электрического тока в месте контакта); электрический знак (специфическое поражение кожи, вызванное, главным образом, действием тока); металлизацию кожи частицами расплавленного под действием электрической дуги металла; электроофтальмию (воспаление наружных оболочек глаз из-за воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги); механические повреждения (разрывы кожи, вывихи, переломы костей), вызванные произвольными сокращениями мышц под действием тока.

Электрический удар является очень серьезным поражением организма человека, вызванным возбуждением живых тканей тела электрическим током и сопровождающимся судорожным сокращением мышц. В зависимости от возникающих последствий электрические удары делят на четыре степени: I – судорожное сокращение мышц без потери сознания; II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца; III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого); IV – состояние клинической смерти.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: значения силы тока, электрического сопротивления тела человека и длительности протекания через него тока, рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека и условий окружающей среды.

4.5. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: значения силы тока, электрического сопротивления тела человека и длительности протекания через него тока, рода и частоты

тока, индивидуальных свойств человека и условий окружающей среды.

Основным фактором, обуславливающим ту или иную степень поражения человека, является *сила тока*. Для характеристики воздействия электрического тока на человека установлены три критерия: *пороговый осязаемый ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего при прохождении через организм человека осязаемые раздражения); *пороговый не отпускающий ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник) и *пороговый фибрилляционный ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца).

При протекании тока по пути «рука – рука» или «рука – ноги» пороговые значения силы тока приведены в таблице 4.1.

Таблица 1

Примерные пороговые значения силы тока

Род тока	Пороговый осязаемый ток, мА	Пороговый не отпускающий ток, мА	Пороговый фибрилляционный ток, мА
Переменный ток частотой 50 Гц	0,5 ... 1,5	6 ... 10	80 ... 100
Постоянный ток	5,0 ... 7,0	50 ... 80	300

На исход поражения сильно влияет *сопротивление тела человека*, которое изменяется в очень больших пределах. Наибольшим сопротивлением обладает верхний слой кожи толщиной около 0,2 мм, состоящий из мертвых ороговевших клеток. Общее электрическое сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже, измеренное при напряжении до 15 ... 20 В, находится примерно в пределах 3 ... 1000 кОм и больше; сопротивление внутренних тканей тела – 300 ... 500 Ом. При различных расчетах, связанных с обеспечением электробезопасности и расследованием электротравм, сопротивление тела человека принимают равным 1 кОм.

Длительность протекания тока через тело человека очень сильно влияет на исход поражения в связи с тем, что с течением времени резко падает сопротивление кожи человека, более вероятным становится поражение сердца и накапливаются другие отрицательные последствия.

Существенное значение имеет и *путь тока* через тело человека. Наибольшая опасность возникает при непосредственном прохождении тока через жизненно важные органы (сердце, легкие, головной мозг).

Степень поражения зависит также от *рода и частоты тока*. Наиболее опасным является переменный ток частотой от 20 до 1000 Гц. Переменный ток опаснее постоянного, но это характерно только для напряжений до 250 ... 300 В, при больших напряжениях опаснее становится постоянный ток.

Индивидуальные свойства человека и состояние окружающей среды оказывают заметное влияние на тяжесть поражения. Некоторые заболевания человека (болезни кожи, сердечно-сосудистой системы, легких, нервные болезни и др.) делают его более восприимчивым к электрическому току. Поэтому к обслуживанию электроустановок допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр.

4.6. Классификация помещений по степени поражения электрическим током

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения человека электрическим током, ПУЭ делят все помещения на:

– *помещения с повышенной опасностью*, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%); высокой температуры (температура воздуха длительно превышает 35 °С); токопроводящей пыли (угольной, металлической и т. п.); токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. п.), возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам технологического оборудования или металлоконструкциям здания и металлическим корпусам электрооборудования;

– *особо опасные помещения*, характеризующиеся наличием высокой относительной влажности воздуха (близкой к 100%) или химически активной среды, разрушающе действующей на изоляцию электрооборудования, или одновременным наличием двух или более условий, соответствующих помещениям с повышенной опасностью;

– *помещения без повышенной опасности*, в которых отсутствуют все указанные выше условия. Опасность поражения электрическим током существует всюду, где используются электроустановки,

поэтому помещения без повышенной опасности нельзя назвать безопасными.

4.7. Виды защит от случайных прикосновений к токоведущим частям электроустановки

Основными техническими мерами защиты от поражения электрическим током, используемыми отдельно или в сочетании друг с другом, являются: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциалов; малое напряжение; электрическое разделение сетей; защитное отключение; изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная); компенсация токов замыкания на землю; оградительные устройства; предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности; изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

4.8. Назначение защитных ограждений и защитных расстояний при эксплуатации электроустановок

Чтобы исключить возможность прикосновения или опасного приближения к изолированным токоведущим частям, должна быть обеспечена недоступность с помощью ограждения, блокировок или расположения токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

Ограждения применяют как сплошные, так и сетчатые с сеткой 25×25 мм. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек применяют в электроустановках напряжением до 1000 В. Применение съемных крышек, закрепляющихся болтами, не обеспечивает надежной защиты, так как зачастую крышки снимаются, теряются или используются для других целей, вследствие чего токоведущие части остаются долгое время открытыми. Более надежны крышки, укрепленные на шарнирах, запирающиеся на замок или запор, который открывается специальным ключом или инструментом.

Сетчатые ограждения применяются в установках напряжением до 1000 В и выше. Сетчатые ограждения имеют двери, запирающиеся на замок.

Блокировки применяются в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях (испытательные стенды, установки для испытания изоляции повышенным напряжением и т. п.). Блокировки также применяются в электрических аппаратах – рубильниках, пускателях, автоматических выключателях и др., работающих в условиях, в которых предъявляются повышенные

требования безопасности (судовые, подземные и другие электроустановки).

Блокировки по принципу действия разделяют на электрические и механические.

Электрические блокировки, осуществляют разрыв цепи специальными контактами, которые устанавливаются на дверях ограждений, крышках, и дверцах кожухов.

Механические блокировки применяются в электрических аппаратах – рубильниках, пускателях, автоматических выключателях и т. п.

Расположение токоведущих частей на *недоступной высоте* или в *недоступном месте* позволяет обеспечить безопасность без ограждений, при этом следует учитывать возможность случайного прикосновения к токоведущим частям длинными предметами, которые человек может держать в руках. Если к токоведущим частям, расположенным на высоте, возможно прикосновение с мест, редко посещаемых людьми (крыш, площадок и т. п.), в этих местах должны быть установлены ограждения или приняты другие меры безопасности.

4.9. Назначение и принцип действия защитного заземления

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок – корпусов и оболочек, конструкций, ограждений и др., которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, замыкания на корпус и по др. причинам.

В качестве естественных заземлителей нельзя использовать трубопроводы с горючими жидкостями, горючими или взрывоопасными газами, а так же алюминиевые оболочки кабелей.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу и другим нетоковедущим металлическим частям электроустановки, оказавшимся под напряжением.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус, и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (за счет уменьшения сопротивления заземления), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземленного

оборудования).

Эффективность работы заземляющего устройства зависит от его сопротивления растеканию тока в землю. В практике чаще используется групповой заземлитель, так как имеет меньшее значение сопротивления растеканию тока в землю. Заземлитель должен быть заменен, если произошло разрушение более 50 % его сечения.

Расчет защитного заземления обычно выполняют методом коэффициента использования.

Защитное заземление следует выполнять в электроустановках напряжением до 1 кВ, присоединенных к сетям с изолированной нейтралью источника питания (генератор, вторичная обмотка понижающего трансформатора) и в электроустановках напряжением выше 1 кВ независимо от режима нейтрали.

В сетях напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью заземляющее устройство должно иметь сопротивление *не более* 10 Ом.

В сетях напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при междуфазных напряжениях 660, 380 и 220 В.

4.10. Назначение и принцип действия защитного зануления

Занулением называется электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электроустановок с заземленной нейтралью вторичной обмотки трехфазного понижающего трансформатора или генератора, с заземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной средней точкой в сетях постоянного тока.

Защитное действие зануления заключается в автоматическом отключении участка цепи с поврежденной изоляцией и одновременно – в снижении потенциала корпуса на время от момента замыкания до момента отключения.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части (корпуса, конструкции, кожухи и т. п.) с заземленной нейтралью источника питания (трансформатора, генератора). Проводимость нулевых защитных проводников в электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью должна быть не менее 50 % проводимости фазного провода.

Защитное зануление является обязательным в ЭУ до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью.

4.11. Назначение и принцип действия устройства защитного отключения (УЗО)

Защитное отключение рекомендуется применять в установках любого напряжения и с любым видом нейтрали, в качестве основной или дополнительной меры защиты, если безопасность не может быть обеспечена путем устройства *заземления* или *зануления* или если устройство заземления или зануления вызывает трудности по условиям выполнения или по экономическим соображениям.

Защитным отключением называется быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током (снижении уровня изоляции).

Устройство защитного отключения (УЗО) состоит из двух главных элементов – *прибора защитного отключения*, реагирующего на один из параметров сети, и *исполнительного органа* – автоматического выключателя.

УЗО могут применяться в электрических сетях любого напряжения независимо от режима нейтрали.

В зависимости от входного сигнала, воздействующего на прибор, УЗО подразделяют на устройства, реагирующие на напряжение корпуса относительно земли; ток замыкания на землю; напряжение нулевой последовательности; напряжение фазы относительно земли; ток нулевой последовательности.

4.12. Изоляция токоведущих частей, как способ защиты. Контроль изоляции

Контроль изоляции – измерение ее активного или омического сопротивления с целью обнаружения дефектов и предупреждения замыканий на землю и коротких замыканий.

Состояние изоляции в значительной мере определяет степень безопасности эксплуатации электроустановок. Сопротивление изоляции в сетях с изолированной нейтралью определяет ток замыкания на землю, а значит и ток через человека.

Чтобы предотвратить замыкания на землю и другие повреждения изоляции, при которых возникает опасность поражения людей электрическим током, а также выход из строя оборудования, необходимо проводить испытания повышенным напряжением и контроль изоляции.

Приемо-сдаточные испытания проводятся при вводе в эксплуа-

тацию вновь смонтированных и вышедших из ремонта электроустановок.

Периодический контроль изоляции – измерение ее сопротивления при приемке электроустановки после монтажа, периодически в сроки, устанавливаемые Правилами, или в случае обнаружения дефектов.

Постоянный контроль изоляции – измерение сопротивления изоляции под рабочим напряжением в течение всего времени работы электроустановки без автоматического отключения.

4.13. Применение малых напряжений

Эффективным средством защиты от поражения электрическим током является *применение малых напряжений* (12 – 42 В). Это особенно важно для переносных электроприемников и для местного освещения в помещениях особо опасных, а также в наружных электроустановках (котлованы и колодцы на строительстве и др.).

Источниками малого напряжения могут быть аккумуляторные батареи, выпрямительные устройства (ВУ) при необходимости постоянного тока, однофазные трансформаторы небольшой мощности (до 1 кВ·А), переносные или стационарные. При использовании выпрямительного устройства или однофазного трансформатора для подключения к сети напряжением 220 – 660 В необходимо, чтобы первичная питающая сеть более высокого напряжения была отделена надежной изоляцией от вторичной цепи малого напряжения и от кожуха трансформатора. Поэтому автотрансформатор для этой цели применять нельзя. Кроме того, один вывод вторичной обмотки трансформатора и его сердечник и корпус должны быть надежно заземлены (занулены). Резисторы, дроссели и т.п. недопустимо использовать с целью понижения напряжения у электроприемника.

4.14. Электрическое разделение сети

Под электрическим разделением сети понимается разделение сети на отдельные, не связанные между собой участки. Для этого применяют разделительные трансформаторы, которые изолируют электроприемники от общей сети и, следовательно, предотвращают воздействие на них возникающих в сети токов утечки, емкостных проводимостей, замыканий на землю, последствий повреждений изоляции, т. е. исключают обстоятельства, которые повышают вероятность электропоражения.

Защитное разделение сетей обычно используют в электроустановках до 1000 В, эксплуатация которых связана с особой и повышенной опасностью (передвижные электроустановки, ручной электрифицированный инструмент и др.).

4.15. Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю

Ток замыкания на землю, а значит, и ток через человека в сети с изолированной нейтралью зависят не только от сопротивления изоляции, но и от емкости сети относительно земли.

При больших емкостях ($C \geq 0,3$ мкФ) увеличение сопротивления изоляции (выше 50 кОм) не дает эффекта: не повышает полного сопротивления фазы относительно земли и не снижает ни тока замыкания на землю, ни тока через человека. Если даже сопротивление изоляции всей сети очень велико (несколько десятков мегаом и выше) и его можно принять равным бесконечности, ток замыкания на землю определяется емкостью между фазами и землей.

Контроль и профилактика повреждений изоляции позволяют поддерживать ее сопротивление на высоком уровне. Емкость фаз относительно земли не зависит от каких-либо дефектов; она определяется общей протяженностью сети, высотой подвеса проводов воздушной сети, толщиной фазной изоляции жил кабеля, т. е. геометрическими параметрами. Поэтому емкость сети не может быть снижена. В процессе эксплуатации емкость сети изменяется лишь за счет отключения и включения отдельных линий, что определяется требованиями электроснабжения.

Поскольку невозможно уменьшить емкость сети, снижение тока замыкания на землю достигается путем *компенсации его емкостной составляющей индуктивностью*.

В трехфазной сети компенсирующая катушка включается между нейтралью и землей.

Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю применяется обычно в сетях напряжением выше 1000 В для гашения перемежающейся электрической дуги при замыкании на землю и снижения возникающих при этом перенапряжений. Одновременно уменьшается ток замыкания на землю. ПУЭ предписывают компенсацию, если ток замыкания на землю превышает в сетях напряжением 35 кВ – 10 А, 15-20 кВ – 15 А, 10 кВ – 20 А, 6 кВ – 30 А.

4.16. Электротехнические защитные средства

Защитные средства могут быть условно разделены на три группы: изолирующие, ограждающие и предохранительные.

Изолирующие защитные средства изолируют человека от токоведущих или заземленных частей, а также от земли. Они делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие защитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К ним относятся:

в электроустановках до 1000 В – диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, а также указатели напряжения;

в электроустановках выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В.

Дополнительные изолирующие защитные средства обладают изоляцией, не способной выдержать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому они не могут самостоятельно защитить человека от поражения током при этом напряжении. Их назначение – усилить защитное (изолирующее) действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться, причем при использовании основных защитных средств достаточно применения одного дополнительного защитного средства.

К дополнительным изолирующим защитным средствам относятся:

в электроустановках до 1000 В – диэлектрические галоши и ковры, а также изолирующие подставки;

в электроустановках выше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты и ковры, а также изолирующие подставки.

Ограждающие защитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние, а также для предупреждения ошибочных операций с коммутационными аппаратами. К ним относятся: временные переносные ограждения – щиты и ограждения-клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления и предупредительные плакаты.

Предохранительные защитные средства предназначены для

индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий, от продуктов горения, от воздействия электрического поля, а также от падения с высоты. К ним относятся: защитные очки; специальные рукавицы, изготовленные из трудновоспламеняемой ткани; защитные каски; противогазы; предохранительные монтерские пояса; страховочные канаты; монтерские когти, а также индивидуальные экранирующие комплекты и переносные экранирующие устройства, защищающие персонал от воздействия электрического поля в электроустановках сверхвысокого напряжения промышленной частоты.

4.17. Типы систем заземления. Тип заземления TN-S

Система TN – S — нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно по всей системе (рис. 4.1).

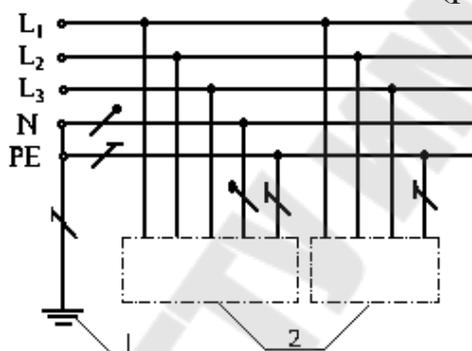


Рис. 4.1. Система TN-S: 1 – заземление источника питания;
2 – открытые проводящие части

4.18. Типы систем заземления. Тип заземления TN-C

Система TN – C – функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике по всей сети (Рис.).

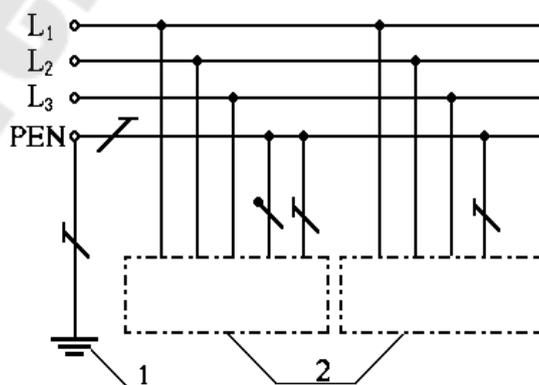


Рис. 4.2. Система TN – C: 1 – заземление источника питания;
2 – открытые проводящие части

4.19. Типы систем заземления. Тип заземления TN-C-S

Система TN – C - S – функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике в части сети (рис. 4.3).

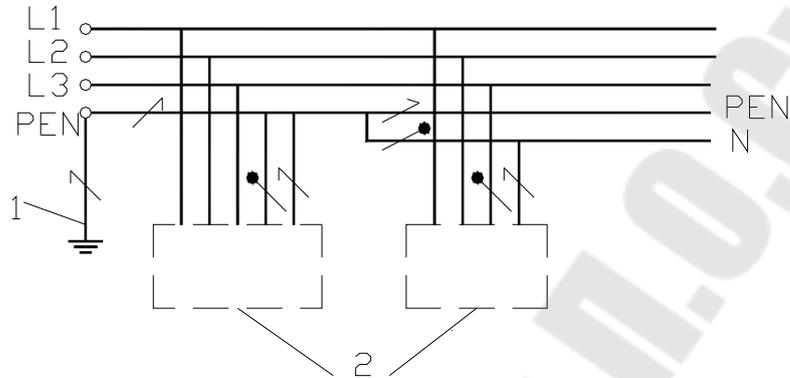


Рис. 4.3. Система TN-C-S: 1 – заземление источника питания; 2 – открытые проводящие части

4.20. Типы систем заземления. Тип заземления TT

Система TT. Питающая сеть системы TT имеет точку, непосредственно связанную с землей, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлителю, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания (рис. 4.4.).

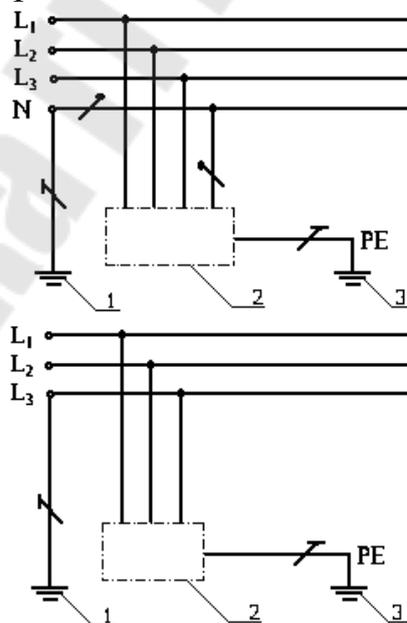


Рис. 4.4. Система TT: 1 – заземление источника питания; 2 – открытые проводящие части; 3 – заземление корпусов оборудования

4.21. Типы систем заземления. Тип заземления IT

Система IT. Питающая сеть системы IT не имеет непосредственной связи токоведущих частей с землей, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рис. 4.5).

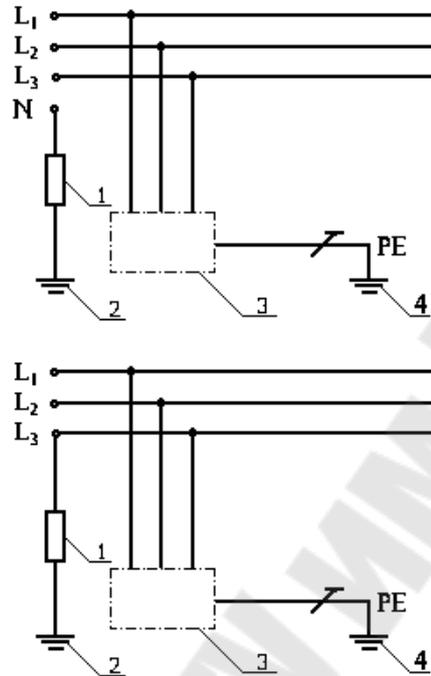


Рис. 4.5. Система IT: 1 – сопротивление; 2 – заземление источника питания; 3 – открытые проводящие части; 4 – заземление корпусов оборудования

5. МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ

5.1. Первая помощь пострадавшим от электрического тока

Первая помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых не медицинскими работниками (взаимопомощь) или самим пострадавшим (самопомощь). Одним из важнейших положений оказания первой помощи является ее срочность: чем быстрее она оказана, тем больше надежды на благоприятный исход. Поэтому такую помощь своевременно может и должен оказать тот, кто находится рядом с пострадавшим.

Последовательность оказания первой помощи:

а) устранить воздействие на организм повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавшего (освободить от действия электрического тока), оценить состояние пострадавшего;

б) определить характер и тяжесть травмы, наибольшую угрозу для жизни пострадавшего и последовательность мероприятий по его спасению;

в) выполнить необходимые мероприятия по спасению пострадавшего в порядке срочности (восстановить проходимость дыхательных путей, провести искусственное дыхание, наружный массаж сердца; остановить кровотечение; иммобилизовать место перелома; наложить повязку и т. п.);

г) поддержать основные жизненные функции пострадавшего до прибытия медицинского работника;

д) вызвать скорую медицинскую помощь или врача либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

5.2. Освобождение от действия электрического тока

При поражении электрическим током необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от действия тока, так как от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы.

Если пострадавший находится на высоте, то отключение установки и тем самым освобождение от тока может вызвать его падение. В этом случае необходимо принять меры, предупреждающие падение пострадавшего или обеспечивающие его безопасность.

Напряжение до 1000 В. Когда невозможно сделать быстро отключить установку, можно оттащить пострадавшего от токоведущих частей, пользуясь изолирующими защитными средствами. При на-

пряжении до 1000 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей можно воспользоваться любыми непроводящими ток предметами: обмотать руку шарфом, оттянуть его за одежду, встать на сверток сухой ткани, сухую доску.

Даже голой рукой можно тянуть пострадавшего за его сухую одежду, (рис. 5.1) отстающую от тела (за ворот, хлястик, полу пиджака), но не за брюки или обувь, которые могут оказаться сырыми или иметь металлические детали, соприкасающиеся с телом.



Рис. 5.1. Освобождение пострадавшего от действия тока в установках до 1000 В оттаскиванием за сухую одежду

Если пострадавший судорожно сжал провод и оторвать его невозможно, то можно прервать ток через пострадавшего, отделив его не от провода, а от земли (подсунув под него сухую доску, оттянув ноги сухой веревкой). После этого он легко разожмет руку.

Иногда быстрее перерубить провода топором или лопатой (по одному, чтобы не появилась электрическая дуга из-за короткого замыкания между проводами). Удобно пользоваться кусачками с изолированными рукоятками. Можно обернуть неизолированные рукоятки сухой одеждой, полиэтиленовым пакетом.

Напряжение выше 1000 В. Если в установке напряжением более 1000 В быстрое отключение невозможно, то пользоваться какими бы то ни было подручными средствами вроде палки, доски или сухой одежды нельзя. В этом случае необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и оттащить пострадавшего от частей установки, находящихся под напряжением, пользуясь изолирующими защитными средствами, рассчитанными на это напряжение (рис. 5.2) (штанги, клещи для предохранителей или коврики), либо вызвать автоматическое отключение установки, устроив в ней короткое замыкание на безопасном расстоянии от пострадавшего.

На ВЛ напряжением выше 1000 В после отключения может сохраниться опасный для жизни емкостный заряд. Лишь после надежного ее заземления можно прикасаться к пострадавшему без изолирующих средств.

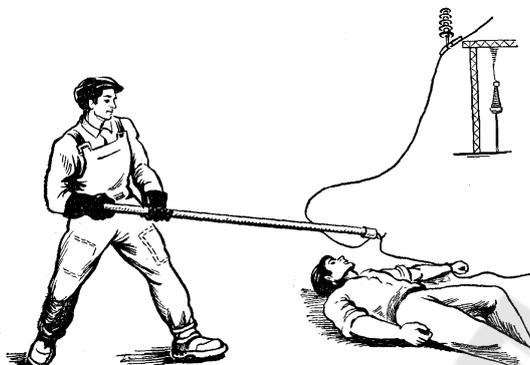


Рис. 5.2. Освобождение пострадавшего от действия тока в установках выше 1000 В отбрасыванием провода изолирующей штангой

5.3. Правила проведения искусственного дыхания

Если пострадавший не дышит совсем или, находясь в бессознательном состоянии, дышит редко и судорожно, со всхлипыванием, но у него прощупывается пульс, нужно немедленно послать за врачом, а до его прихода делать *искусственное дыхание*.

Перед этим надо быстро расстегнуть одежду пострадавшего, стесняющую дыхание (галстук, пояс), но не следует раздевать его, так как это бесполезно и отнимает время, а вероятность успеха тем меньше, чем позднее начато искусственное дыхание (если оно начато через 5 мин после того, как пострадавший перестал дышать, то надежды на оживление мало). Необходимо раскрыть рот пострадавшего и удалить все, что может мешать дыханию (например, сместившиеся зубные протезы), т. е. обеспечить проходимость верхних дыхательных путей.

Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является способ «*изо рта в рот*» или «*изо рта в нос*» – это вдувание воздуха изо рта спасающего в рот или в нос пострадавшего.

Этот способ искусственного дыхания позволяет легко контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по расширению грудной клетки после вдувания и последующему спаданию ее в результате пассивного выдоха.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду, подло-

жить под лопатки что-либо мягкое, и слегка нажать на голову так, чтобы она запрокинулась назад как можно больше (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Положение головы пострадавшего при проведении искусственного дыхания

При этом корень языка поднимается и освобождает вход в гортань, а рот пострадавшего открывается. При этом язык не закрывает проход воздуха в горло. Далее зажимают нос пострадавшего, и глубоко вздохнув, резко выдыхают воздух в рот пострадавшего (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Выполнение искусственного дыхания

Вдувание воздуха можно производить через сухой носовой платок, марлю, специальное приспособление – «воздуховод». Если у пострадавшего хорошо определяется пульс и необходимо только искусственное дыхание, то интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 с (12 дыхательных циклов в минуту). За эти 5 с у пострадавшего происходит выдох; воздух выходит сам. Можно содействовать выходу, слегка нажимая на грудь.

Детям вдувания воздуха делают менее резко, чем взрослым, в меньшем объеме и чаще до 15 – 18 раз в минуту.

Прекращают искусственное дыхание после восстановления у пострадавшего ритмичного самостоятельного дыхания.

5.4. Правила проведения непрямого массажа сердца

Если у пострадавшего не прощупывается пульс даже на шее, то проводят массаж сердца, надавливая на нижнюю треть грудной клетки пострадавшего (но не «под ложечку») быстрыми резкими толчками положенных одна на другую ладоней спасателя (рис. 5.5).

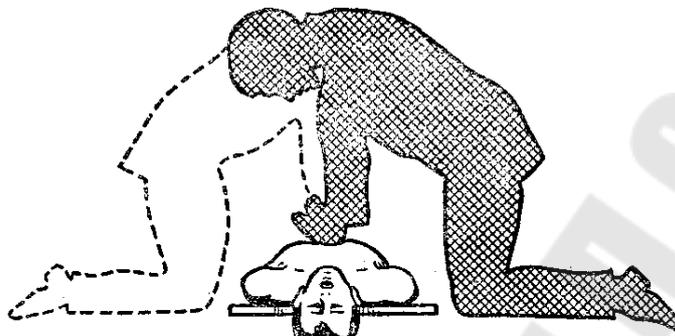


Рис. 5.5. Положение оказывающего помощь при проведении наружного массажа сердца

Надавливание следует производить быстрыми толчками, так чтобы смещать грудину на 4-5 см, продолжительность надавливания не более 0,5 с, интервал между отдельными надавливаниями 0,5 с. Каждое надавливание сжимает сердце и прогоняет кровь через кровеносную систему. За 1 мин необходимо сделать не менее 60 надавливаний.

Детям до 12 лет надавливания делают одной рукой и чаще 70...100 в минуту в зависимости от возраста. Детям до года – двумя пальцами 100...120 раз в минуту. Через каждые 2 мин рекомендуется в течение 2-3 с проверять, не появился ли пульс.

6. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

6.1. Огнестойкость строительных конструкций

По возгораемости строительные конструкции подразделяются на *несгораемые, трудносгораемые и сгораемые*.

Несгораемыми являются строительные конструкции, выполненные из несгораемых материалов.

Трудносгораемыми считаются конструкции, выполненные из трудносгораемых материалов или из сгораемых материалов, защищенных от огня и высоких температур несгораемыми материалами (например, противопожарная дверь, выполненная из дерева и покрытая листовым асбестом и кровельной сталью).

Под *огнестойкостью* строительных конструкций принято подразумевать их свойство выполнять в течение определенного отрезка времени эксплуатационные функции, сохраняя в условиях воздействия пожара заданную несущую способность (отсутствие обрушения) и способность ограждать от продуктов горения и пламени.

Огнестойкость строительной конструкции оценивается *пределом огнестойкости*, представляющим собой время в часах от начала испытания конструкции по стандартному температурно-временному режиму до появления одного из следующих признаков:

- образование в образце конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя;
- повышение средней температуры в точках измерения на не обогреваемой поверхности конструкции более чем на 160 °С, либо в любой из точек этой поверхности более чем на 190 °С по сравнению с температурой конструкции до испытания или на 220 °С независимо от начальной температуры поверхности; деформация и обрушение конструкции, потеря несущей способности.

6.2. Ручные огнетушители

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, бочки с водой, ведра, ящики с песком, ломы, топоры, лопаты и т. п.

Огнетушители классифицируют по следующим признакам: по способу транспортирования (переносные и передвижные); по виду огнетушащих веществ (водные, пенные, углекислотные, порошковые, хладоновые), по способу подачи огнетушащего вещества к очагу пожара (под давлением газов в результате химической реакции, под давлением заряда или рабочего газа над огнетушащим веществом, под

давлением рабочего газа в отдельном баллоне, при свободном истечении огнетушащего вещества, под давлением энергии направленного взрыва); по количеству использованного огнетушащего вещества (объемы корпусов до 5, 10 и более 10 л).

В промышленности применяют жидкостный огнетушитель марки ОЖ-7, который заряжается водой с добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ) или водным раствором сульфанола, сульфоната, пенообразователя и смачивателя. До настоящего времени находили применение химически пенные огнетушители ОХП-10 (рис. 6.1) и ОХВП-10.

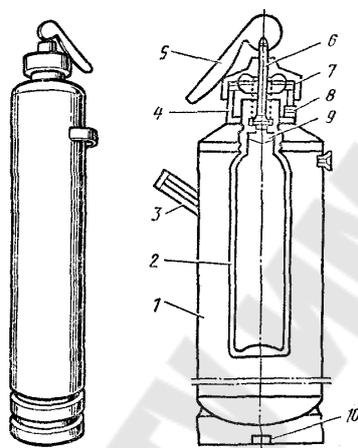


Рис. 6.1. Огнетушитель химический пенный ОХП-10:

- 1 – корпус; 2 – кислотный стакан; 3 – боковая ручка; 4 – горловина;
5 – рукоятка; 6 – шток; 7 – крышка; 8 – клапан; 9 – предохранитель;
10 – нижняя ручка

В производственных условиях также применяют воздушно-пенные огнетушители марок ОВП-5, ОВП-10, ОВП-100, ОВПУ-250. Зарядом в них является 6 %-ный водный раствор пенообразователя. Давление в корпусе огнетушителей создается сжатым диоксидом углерода, находящимся в специальных баллонах, расположенных внутри (или снаружи) огнетушителя. Воздушно-механическая пена образуется в раструбе, где раствор, выходящий из корпуса, перемешивается с воздухом. На рис. 6.2 приведен ручной огнетушитель ОВП-10.

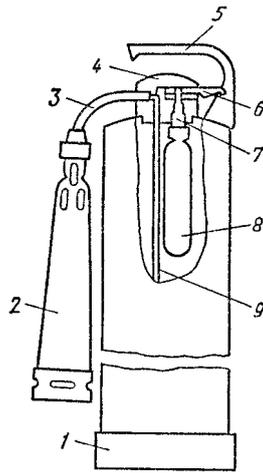


Рис. 6.2. Огнетушитель воздушно-пенный ОВП-10: 1 – корпус; 2 – пенный насадок; 3 – трубка; 4 – крышка; 5 – рукоятка; 6 – пусковой рычаг; 7 – шток; 8 – баллончик со сжатым воздухом; 9 – сифонная трубка

Углекислотные огнетушители выпускаются трех типов: ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8 (цифры показывают вместимость баллона в литрах) (рис. 6.3).

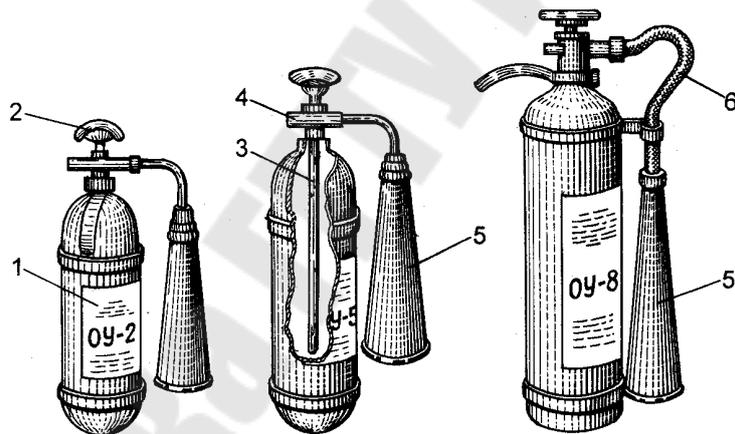


Рис. 6.3. Огнетушитель углекислотный: 1 – баллон; 2 – вентиль; 3 – сифонная трубка; 4 – мембрана; 5 – раструб; 6 – гибкий шланг

Их применяют для тушения пожара электроустановок, находящихся под напряжением. CO_2 в огнетушителе находится в жидком состоянии под давлением 6-7 МПа. Для получения твердого диоксида углерода огнетушитель оборудуют специальными раструбами. Для приведения в действие огнетушителя его раструб направляют на очаг горения и нажимают курок затвора. Время действия огнетушителя этого типа 25-40 с, длина струи 1,5-3 м.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7 (рис. 6.4) применяют для тушения горящих твердых и жидких мате-

риалов, а также электрооборудования и радиоэлектронной аппаратуры, содержат заряд, состоящий из 97 % бромистого этила, 3 % сжиженного диоксида углерода и сжатого воздуха, вводимого в огнетушители для создания рабочего давления, равного 0,9 МПа. Время действия огнетушителя 25-40 с с длиной струи 5-6 м.

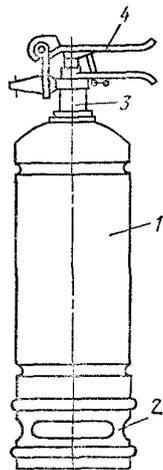


Рис. 6.4. Огнетушитель ОУБ-7: 1 – корпус; 2 – башмак; 3 – запорная головка; 4 – пусковая рукоятка

Для тушения локальных очагов очень эффективны аэрозольные хладоновые огнетушители типа ОАХ, ОА (рис. 6.5), ОХ.

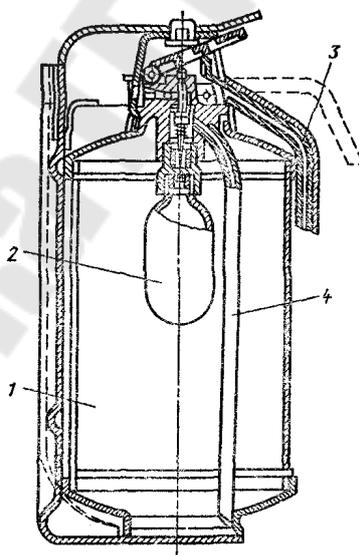


Рис. 6.5. Огнетушитель аэрозольный ОА-3: 1 – корпус; 2 – баллончик; 3 – рукоятка; 4 – сифонная трубка

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загорания щелочных, щелочноземельных металлов, кремнийорганических соединений. Их выпускают трех типов: ОПС-6, ОПС-10 и ОПС-100 (передвижной). Цифры характеризуют емкости

мость огнетушителя в литрах. На рис. 6.6 приведена схема огнетушителя ОПС-10.

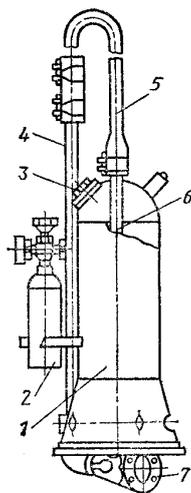


Рис. 6.6. Огнетушитель ОПС-10: 1 – корпус; 2 – баллончик с инертным газом; 3 – отверстие с пробкой для зарядки; 4, 5 – шланги; 6 – сифонная трубка; 7 – раструб

Для создания давления в корпусе и выталкивания порошка служит сжатый газ (азот, диоксид углерода, воздух), находящийся в небольшом специальном баллончике под давлением 15 МПа.

6.3. Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

На каждом предприятии должен быть установлен соответствующий противопожарный режим, в том числе:

- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования по окончании рабочего дня и в случае пожара;
- порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- действия работников при обнаружении пожара;
- определены порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и пожарно-технического минимума, а также назначены лица, ответственные за их проведение; определены и оборудованы места для курения.

Работники предприятий обязаны: знать и выполнять на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим; выполнять меры предосторожности при проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями (далее – ЛВЖ и ГЖ), другими пожароопасными материалами и оборудованием; знать характеристики пожарной опасности применяемых или производимых (получаемых) веществ и материалов; в случае обнаружения пожара сообщать о нем в пожарную службу и принимать возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

Руководители предприятий, на которых применяются, перерабатываются и хранятся взрывчатые, сильнодействующие ядовитые и радиоактивные вещества, обязаны сообщать подразделениям пожарной службы данные о них, необходимые для обеспечения безопасности личного состава, привлекаемого для тушения пожара на этих предприятиях.

Нарушения установленных норм давления, температуры и других параметров технологического регламента, влияющие на пожарную безопасность процесса, следует подвергать тщательному рассмотрению администрацией предприятия для выяснения причин и принятия мер, предупреждающих повторение подобных случаев.

На каждом предприятии должна накапливаться и анализироваться объективная информация о его противопожарном состоянии, на основе которой необходимо осуществлять мероприятия по повышению уровня противопожарной защиты зданий, помещений, установок и продукции. В производственных, административных и складских помещениях у телефонных аппаратов должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона пожарной службы.

6.4. Особенности тушения пожара в электроустановках

Горючими веществами и материалами в электроустановках являются в основном органические материалы – бумага, пряжа, ткани, резина, пластмассы, минеральное масло и др. Горение их обычно сопровождается значительным выделением дыма и газообразных продуктов разложения, часто имеет вид тления. Минеральное масло (трансформаторное) и кабельные мастики горят коптящим пламенем со значительным выделением окиси углерода CO, являющейся отравляющим газом.

Если горящая электроустановка почему-либо не отключена и находится под напряжением, то тушение ее представляет дополни-

тельную опасность поражения персонала электрическим током. Поэтому, как правило, приступать к тушению пожара электроустановки можно только *после снятия с нее напряжения*.

При тушении пожаров в электроустановках под напряжением до 10 кВ включительно должна соблюдаться определенная последовательность выполнения работ, обеспечивающая безопасные условия для пожарных при подаче огнетушащих веществ на токоведущие части электроустановок. В частности обязательным является заземление насоса пожарного автомобиля и ручного пожарного ствола к стационарному контуру заземления, а также применение электротехнических средств при тушении пожара.

Тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением до 10 кВ, всеми видами пены с помощью ручных огнетушителей *запрещается*, поскольку пена и раствор пенообразователя в воде обладают повышенной электропроводностью по сравнению с распыленной водой.

При тушении пожара компактными и распыленными водяными струями без снятия напряжения с электроустановок напряжением до 10 кВ допускается только в открытых для обзора ствольщика электроустановках. При этом пожарный ствол и насос пожарного автомобиля должны быть заземлены, а ствольщик должен работать в диэлектрических ботах и перчатках и находиться от электроустановок не ближе расстояний, указаны в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Минимально допустимые расстояния от действующих электроустановок до насадок пожарных стволов

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Минимально допустимые расстояния от насадок пожарного ствола (при диаметрах spryska 13 и 19 мм) до горящих электроустановок и кабелей, м	
	13 мм	19 мм
До 1 кВ включит.	3,5	4,0
3 – 10	4,5	8,0

Примечание. Применение соленой и сильно загрязненной воды для тушения пожаров в электроустановках не допускается в связи с ее повышенной электропроводностью.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Правовые и организационные вопросы охраны труда	3
2.	Производственная санитария	13
3.	Анализ опасности электрических сетей	32
4.	Электробезопасность	45
5.	Медицинская помощь	60
6.	Пожарная безопасность	65

Рудченко Юрий Александрович

ОХРАНА ТРУДА

**Курс лекций
для студентов специальности 1-43 01 03
«Электроснабжение (по отраслям)»
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П.О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 01.02.10.

Per. № 124E.
E-mail: ic@gstu.by
<http://www.gstu.by>