

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Н. Н. БОЛОТОВ, А. Г. ДРАБКИН

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(анализ травматизма, производственная санитария,
электробезопасность)

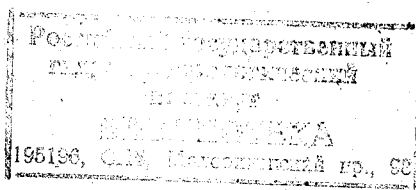
Специальности: метеорология, гидрология суши, океанология

Курсы III—IV

Одобрено методической комиссией Российского государственного
гидрометеорологического института

Болотов Н. Н., Драбкин А. Г. Лабораторный практикум по безопасности жизнедеятельности. СПб, изд. РГГМИ, 1993. 88 с.

Приведены шесть лабораторных работ по основным разделам безопасности жизнедеятельности: анализ травматизма, производственная санитария, электробезопасность. В приложении даны все необходимые справочные материалы для выполнения лабораторных работ.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью лабораторных работ является углубленная проработка наиболее важных в практическом отношении разделов безопасности жизнедеятельности, посвященных анализу травматизма, производственной санитарии и электробезопасности.

В каждой лабораторной работе изложены ее цели, даны краткие теоретические сведения, приведены вопросы для самопроверки, литература и необходимые справочные материалы.

В раздел «Общие сведения» включено описание методов исследования факторов, характеризующих условия труда, лабораторного оборудования и приборов, требования ГОСТов ССБТ.

Экспериментальная часть работ выполняется на основе современных методов исследований в целях оперативного получения статистических данных или данных непосредственных измерений, используемых для анализа производственного травматизма, количественной и качественной оценки состояния условий труда. Эти данные могут служить основой для разработки практических мероприятий по повышению безопасности труда на предприятии или в его структурном подразделении.

При выполнении студентами экспериментальной части работ активно используются приобретенные ими навыки самостоятельной работы с приборами, оборудованием и справочной литературой.

За время лабораторного практикума выполняется от четырех до шести работ в зависимости от программного времени, отведенного той или иной специальности, и сложности работ. Работы выполняются по два-три человека.

Перед тем как приступить к выполнению лабораторной работы, необходимо уяснить цель работы, ее содержание, порядок выполнения и получить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

После самостоятельной проработки теоретической части студент должен уметь ответить на имеющиеся в каждой работе вопросы для самопроверки. Если теоретического материала, изложенного в работе, окажется недостаточно, необходимо воспользоваться рекомендуемой литературой.

В конце каждой лабораторной работы студент представляет отчет.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В начале первого занятия студенты получают инструктаж по технике безопасности труда в лаборатории и расписываются в журнале учета инструктажа на рабочем месте.

Приступая к работе, осмотрите место предстоящей работы, приведите его в порядок, уберите все мешающие предметы. Проверьте целостность и исправность приборов, оборудования, средств измерения и защиты.

Недопустимо выполнение работы при наличии оголенных электропроводников, поврежденной изоляции проводов, обнаженных токонесущих частей приборов, неисправных вилок и розеток. Студенту запрещено самому производить какие-либо ремонтные работы с приборами, оборудованием и электропроводкой.

Приступать к работе с аппаратурой следует только после ознакомления с ее предназначением, порядком включения и использования. Запрещается прикладывать к ручкам управления, переключателям и т. п. усилия более предусмотренных. При обнаружении неисправностей в приборах и оборудовании необходимо прекратить выполнение работы и доложить об этом преподавателю. Опасно при выключении электропитания приборов дергать за шнур электропроводки, это может привести к короткому замыканию.

Лабораторная работа должна выполняться в строгом соответствии с методическими указаниями. Производить какие-либо дополнительные переключения и подключения, не предусмотренные программой работы, запрещается.

Если при работе с приборами обнаруживается действие на человека электрического тока, появилось необычное нагревание или искрение контактов, а также неестественный шум, треск и т. п., исследования должны быть прекращены и о замеченных неисправностях поставлен в известность преподаватель.

В процессе работы нельзя оставлять приборы без наблюдения и допускать к ним студентов, не работающих по этой теме.

По окончании работы необходимо отключить установку и приборы от электрической сети, убрать рабочее место, затем приступить к расчетам и составлению отчета.

Раздел первый. АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ И ПРИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА СПЕЦИАЛИСТОВ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Цель работы — дать практические навыки в изучении показателей состояния и оценки динамики и причин производственного травматизма на предприятии и научить студентов разрабатывать профилактические мероприятия по повышению безопасности труда.

Общие сведения

Производственный травматизм изучается для выявления основных и второстепенных причин несчастных случаев и определения комплекса мероприятий, исключающих возможность их повторения. Под несчастным случаем (травмой) понимается нарушение анатомической целостности тела или функциональных процессов организма человека.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-76 (Системы стандартов безопасности труда) вредные и опасные факторы, вызвавшие травму, разделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические. Наиболее частой причиной производственных травм бывают механические воздействия (ушибы, ранения, переломы), термические воздействия (ожоги, обморожения), действие химических средств (отравления, удушья, ожоги), действие электрического тока (удары, ожоги), рентгеновское излучение (облучение, ожоги), действие лазерного излучения (ожоги) и радиоактивных веществ (облучение, ожоги).

Главными задачами анализа производственного травматизма являются установление основных причин, вызывающих несчастные случаи, и на этой основе разработка эффективных профилактических мероприятий.

Для анализа производственного травматизма в гидрометеорологии применяют четыре основных метода: статистический, монографический, топографический и экономический.

Статистический метод основан на изучении причин травматизма по документам, в которых регистрируются несчастные случаи за определенный период времени. Этот метод позволяет получить общую картину травматизма, определить его динамику, выявить связи, закономерности между обстоятельствами возникновения

несчастных случаев как на стационарных, так и на нестационарных рабочих местах. Статистический метод позволяет полностью охарактеризовать состояние травматизма, привлечь внимание администрации и должностных лиц к профессиям с наиболее неблагоприятными условиями труда. Недостаток этого метода заключается в том, что он не вскрывает причин травматизма. Для профилактики травматизма необходимо знать и предвидеть технические и организационные причины, способствующие его возникновению. Эти причины могут быть выявлены методом технического анализа — монографическим методом.

Монографический метод включает детальное исследование всего комплекса условий, при которых произошел несчастный случай: изучаются трудовой и технологический процессы, основное и вспомогательное оборудование, общие условия производственной обстановки, рабочие места, индивидуальные защитные и страховочные средства, одежда, особенности работы, режим труда и отдыха, психофизиологические факторы и т. п. Изучаются также аварийные ситуации, в том числе происшедшие без нанесения ущерба здоровью людей.

Таким образом, путем непосредственного и тщательного обследования всего комплекса условий труда в целом и в деталях выявляется состояние охраны труда и техники безопасности в отдельных структурных подразделениях и, что особенно важно, выявляются не только организационно-технические причины происшедших несчастных случаев, но и потенциальные опасности риска, скрытые и пока не проявившиеся, но которые могут проявиться и оказать вредное воздействие на здоровье работающих не только при нарушении процесса выполнения гидрометеорологических наблюдений и работ, но и при нормальном их ходе. При монографическом методе широко применяются технические способы и средства исследования (экспертиза, испытание оборудования, использованного для наблюдений и работ, контроль надежности работы авто- и плавсредств и т. п.).

Топографический метод состоит в изучении причин несчастных случаев по месту их происшествия. При этом виды несчастных случаев наносят условными знаками на топографическую карту или план предприятия, в результате чего наглядно видны отдельные регионы, зоны и виды работ с повышенной травмоопасностью, требующие особого внимания администрации, должностных лиц и исполнителей.

Экономический метод заключается в определении материально-технических потерь, вызванных производственным травматизмом, а также в оценке социально-экономической эффективности мероприятий по предупреждению несчастных случаев.

Согласно «Положению о расследовании и учете несчастных случаев на производстве», утвержденному 17.08.89 г. Президиумом ВЦСПС и Госатомнадзором СССР, расследованию и учету с оформлением акта формы Н-1 подлежат несчастные случаи на

производстве, вызвавшие у работника потерю трудоспособности не менее одного дня или необходимость его перевода на другую более легкую работу на один день и более в соответствии с медицинским заключением.

Для оценки состояния и динамики производственного травматизма на предприятии наиболее часто используют коэффициенты частоты и тяжести несчастных случаев.

Коэффициент частоты травматизма $K_{\text{ч}}$ определяет число несчастных случаев, приходящихся на 1000 среднесписочных работающих за определенный календарный период (месяц, квартал, год):

$$K_{\text{ч}} = (T/P) 1000, \quad (1)$$

где T — число травм (несчастных случаев) за отчетный период; P — среднесписочное число работающих за тот же период.

Коэффициент тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай

$$K_{\text{т}} = D/T, \quad (2)$$

где D — суммарное число рабочих дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям, исчисляемое по закрытым листкам нетрудоспособности.

Коэффициент нетрудоспособности $K_{\text{н}}$ используют для комплексного анализа производственного травматизма в структурном подразделении

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} K_{\text{т}} = (D/P) 1000. \quad (3)$$

Показатели состояния охраны труда позволяют сопоставить характер травматизма в отдельных структурных подразделениях предприятия, а их статистическая обработка, произведенная по профессиям пострадавших и другим признакам, — определить приоритетные направления дальнейшей работы по уменьшению и ликвидации травматизма.

Экономические потери из-за нетрудоспособности работников в результате несчастных случаев на производстве ($\mathcal{E}$) условно можно разделить на следующие группы: потери ($\mathcal{E}_{\text{т}}$), вызванные травмами, учтенные и оформленные актами по форме Н-1; потери ($\mathcal{E}_{\text{мт}}$), вызванные микротравмами; потери ($\mathcal{E}_{\text{з}}$), вызванные профессиональными заболеваниями; затраты ($\mathcal{E}_{\text{в}}$) на компенсацию в связи с наличием вредных производственных факторов. Таким образом, общие экономические потери можно представить в виде зависимости

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{т}} + \mathcal{E}_{\text{мт}} + \mathcal{E}_{\text{з}} + \mathcal{E}_{\text{в}}. \quad (4)$$

Группы экономических потерь $\mathcal{E}_{\text{мт}}$, $\mathcal{E}_{\text{з}}$, $\mathcal{E}_{\text{в}}$ в актах по форме Н-1 не отражаются, поэтому для оценки динамики производственного травматизма и связанных с ним экономических потерь

используют только Ξ_t . При этом размеры годовых потерь, вызванных несчастными случаями, получают как сумму потерь за месяцы и дни, на которые были выданы листки нетрудоспособности. Математико-статистическая обработка позволяет найти зависимость экономических потерь предприятия от количества несчастных случаев, числа дней нетрудоспособности и средней заработной платы пострадавших.

Для расчета экономических потерь предприятия (руб.) в отдельные годы используют зависимость

$$\Xi_t = (0,6T + 1,28Д) \epsilon + 8T, \quad (5)$$

где T — число травм (несчастных случаев) за отчетный период; $0,6T$ — потери, связанные с доплатой в день травмы; $1,28Д$ — потери, связанные с выплатой по листку временной нетрудоспособности, переводом на легкую работу, амбулаторное лечение; $8T$ — сумма материальной помощи пострадавшим; ϵ — средняя дневная зарплата пострадавшего.

По величине коэффициентов $K_{\text{ч}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$ можно судить об эффективности мероприятий по снижению травматизма и улучшению условий труда, проводимых предприятием (структурным подразделением) за исследуемый промежуток времени.

Оценивая экономическую эффективность мероприятий по совершенствованию условий труда, необходимо иметь в виду, что она наиболее отчетливо проявляется в течение сравнительно длительного промежутка времени (3—5 лет). При этом следует также принимать во внимание и социально-психологическое значение мероприятий, направленных на сохранение здоровья и обеспечение безопасности людей в процессе производственной деятельности на данном предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве. М.: Профиздат, 1989.
2. Хайруллин Р. Р. Охрана труда в гидрометеорологии. — Казань: Изд. Каз. ун-та, 1988.

Вопросы для самопроверки

1. Что следует понимать под несчастным случаем?
2. При каких несчастных случаях (по времени нетрудоспособности) составляется акт формы Н-1?
3. Каковы задачи и основные методы анализа производственного травматизма на предприятии?
4. Перечислите основные показатели статистического метода анализа производственного травматизма.
5. Какой из методов анализа производственного травматизма требует детального исследования трудового и технологического процесса?

Порядок выполнения работы

Работа состоит из двух связанных между собой частей. В первой части проводится исследование состояния и динамики производственного травматизма на предприятии за отдельные годы пятилетки и связанного с ним экономического ущерба.

Во второй части выявляются, систематизируются и анализируются виды происшествий, приведших к несчастным случаям, вскрываются их причины, обосновываются и разрабатываются мероприятия по их устранению.

Часть первая. Исследование состояния и динамики производственного травматизма

Для расследования несчастного случая руководителем предприятия создается комиссия в составе начальника цеха (главного специалиста предприятия), начальника отдела (бюро) охраны труда и старшего общественного инспектора по охране труда. Комиссия обязана провести расследование обстоятельств несчастного случая в течение трех суток.

Ознакомьтесь с формой и содержанием акта о несчастном случае на производстве формы Н-1, пояснениями к его заполнению и классификаторами, приведенными в прил. 1, 2, 3*.

Особое внимание при составлении акта следует обратить на дату его утверждения руководителем предприятия (в течение трех суток после окончания расследования комиссией).

Для исследования состояния и динамики травматизма в прил. 4 приведены 20 выписок (пункты 11 и 15.2) из актов формы Н-1 о несчастных случаях на предприятии за исследуемый (последний) год пятилетки, а в прил. 5 — 10 вариантов сведений о предприятии.

В выписках пункт 11, обозначенный индексом 1а, описывает обстоятельства несчастного случая, пункт 15.2, обозначенный индексом 1б, содержит сведения о диагнозе пострадавшего от несчастного случая и 10 вариантов для определения числа рабочих дней его нетрудоспособности, исчисляемых с даты освобождения от работы по листку временной нетрудоспособности, выданному медицинским учреждением (больница, поликлиника, медсанчасть и т. п.).

Используя предложенную преподавателем выписку из акта и один из 10 вариантов п. 15.2, комиссия по расследованию (группа студентов) составляет акт формы Н-1 (прил. 1). Пункты 1; 2; 2.1; 2.2; 3 и 11.3 акта не кодируются. В пункт 10 акта вносится дата

* Материалы из «Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве». — М.: Профиздат, 1989.

освобождения пострадавшего от работы. Эта дата приведена в каждой выписке (пункт 11, индекс а). В пункт 15.2 вносится продолжительность временной нетрудоспособности, которая находится по данным варианта и прибавляется к дате освобождения пострадавшего от работы.

Составленный акт позволяет получить представление об обстоятельствах и причинах несчастного случая, диагнозе пострадавшего и продолжительности временной нетрудоспособности в рабочих днях.

Пункт 15 акта подписывается начальником и бухгалтером цеха после выхода пострадавшего на свою основную работу или после получения им инвалидности, т. е. тогда, когда полностью будет определен суммарный ущерб (п. 15.6).

После составления акта формы Н-1 проводится статистическое исследование производственного травматизма на предприятии. Для расширения возможностей исследования в прил. 5 приведено 10 вариантов сведений о предприятии.

Используя содержание выписок из актов формы Н-1 и один из вариантов «Сведений о предприятии», предлагаемый преподавателем, по формулам (1), (2), (3) и (5) рассчитываются значения $K_{\text{ч}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$ и $\mathcal{E}$ за отчетный период (год). При этом среднесписочное число работающих на предприятии в отчетном году и в предшествующие годы принимается постоянным (прил. 5), а число дней нетрудоспособности за исследуемый год (D) определяется как сумма этих дней по каждому несчастному случаю для заданного преподавателем варианта расчета коэффициента тяжести $K_{\text{т}}$.

Далее по данным варианта из прил. 5 рассчитываются значения $K_{\text{ч}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$ и $\mathcal{E}_{\text{т}}$ за предшествующие четыре года пятилетки.

Исходные и полученные в результате расчетов материалы заносятся в табл. 1.

Таблица 1

Расчет показателей состояния охраны труда на предприятии

Год	Количество травм	Число дней нетрудоспособности	Средняя дневная зарплата	Среднее число работников	$K_{\text{ч}}$	$K_{\text{т}}$	$K_{\text{н}}$	$\mathcal{E}_{\text{руб}}$
1988								
...								
1992								

На основании этой таблицы строятся три графика динамики производственного травматизма на предприятии за все годы пятилетки ($K_{\text{ч}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$). Для анализа динамики экономического

ущерба предприятия строятся два графика: производственного травматизма (количество травм по годам) и экономических потерь по годам.

В заключении первой части работы необходимо сделать выводы о результатах работы предприятия по обеспечению безопасности труда с учетом проведенного исследования динамики производственного травматизма и величины экономических потерь за годы пятилетки.

Часть вторая. Систематизация и анализ видов происшествий и причин несчастных случаев

Используя приведенные в прил. 4 обстоятельства несчастных случаев и классификаторы из прил. 3, определите, закодируйте и внесите в табл. 2: виды происшествия п. 11.1 (индекс А) и причины несчастных случаев п. 11.2 (индекс Б).

Для устранения причин несчастных случаев на исследуемом предприятии в прил. 6 приведены рекомендуемые основные виды организационных (а) и материально-технических (б) мероприятий. Они являются изъятиями части п. 12 из фактических актов формы Н-1 и могут быть использованы для заполнения табл. 2. Приведенный в прил. 6 перечень студенты могут дополнить, предложив дополнительные мероприятия наиболее полно, по их мнению, отвечающие требованиям оперативного устранения причин несчастного случая, приведенного в соответствующей выписке из акта формы Н-1.

Таблица 2

Виды происшествия (А), причины несчастных случаев (Б)
и мероприятия по их устранению

Номер вы- писки	Код (А)	Код (Б)	Мероприятия по устранению причин несчастных случаев	
			организационные (а)	материально- технические (б)
7	02	06	1. Провести повторный инструктаж сотрудников экспедиции 2. Обязать всех сотрудников пользоваться свистками для подачи звукового сигнала об опасности.	Выдавать всем сотрудникам средства звуковой сигнализации (свистки).
20	...	...	...	...

Используя табл. 2, необходимо выявить наибольшее число несчастных случаев на предприятии по отдельным видам травми-

рующих факторов и наиболее часто случающимся причинам травматизма при проведении гидрометеорологических исследований, наблюдений и работ.

На основании исследований, проведенных во второй части работы, необходимо выявить приоритетные направления по профилактике травматизма на предприятии и дать обоснованные рекомендации соответствующим службам, отвечающим за безопасность тех или иных видов работ.

Раздел второй. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РАЗРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Цель работы — изучение действия статического электричества на организм человека, определение воспламеняющей способности его разрядов и получение навыков по выбору способов защиты в производственных условиях.

Общие сведения

Статическое электричество породило ряд проблем, среди которых главными являются: защита от пожаров и взрывов, защита от технологических помех, защита от физиологического воздействия на организм человека.

Пожары и взрывы горючих смесей возникают при искрообразовании, которое является следствием высокой напряженности электрического поля статического электричества.

Средняя напряженность электрического поля, при котором возможен разряд, составляет $4 \cdot 10^2$ — $5 \cdot 10^2$ кВ/м — для резко неоднородного, $15 \cdot 10^2$ — $20 \cdot 10^2$ кВ/м — для слабо неоднородного и до $30 \cdot 10^2$ кВ/м — для однородного электрического поля.

Технологические помехи возникают в результате действия электрических сил статического электричества. В ходе электризации при достижении определенной плотности зарядов на диэлектрике начинает сказываться силовое взаимодействие между отдельными частями перерабатываемого материала, нарушающее нормальный ход того или иного технологического процесса.

Физиологическое воздействие статического электричества на организм человека может проявляться в форме малого тока, длительно протекающего через тело человека, кратковременного электрического разряда, электрического поля, действующего на организм человека. Искра, проскакивающая между телом человека и заряженным объектом, вызывает испуг, сопровождающийся непроизвольными нескоординированными движениями, что может привести к несчастному случаю. Электрическое поле напряженностью 30 кВ/м и выше может вредно сказываться на состоянии человека.

Таким образом, объектами исследования могут быть разряды статического электричества, возникающие на:

- рабочих, электризующихся в процессе осуществления производственных операций;

- заряженных изолированных элементах оборудования трубопроводов, аппаратов, установок и т. п.;

- заряженных диэлектрических поверхностях твердых и сыпучих тел и жидкостей;

- взвешенной в воздухе заряженной пыли.

Под статическим электричеством (СЭ) принято понимать электрические заряды, находящиеся в состоянии относительного покоя, распределенные на поверхности или в объеме диэлектрика или на поверхности изолированного проводника. Перемещение зарядов СЭ в пространстве обычно происходит вместе с наэлектризованными телами. Процесс электризации заключается в передаче электрических зарядов одного тела другому. Два электрически нейтральных тела, приведенных в соприкосновение, после нарушения контакта между ними могут оказаться наэлектризованными зарядами противоположного знака. Электризация тел в большой степени зависит от природы носителей заряда в объеме и в пограничном слое электризующегося материала.

В зависимости от химической природы и физической структуры вещества различают три основных вида проводимости: электронную, ионную и молионную. Электронная проводимость характерна для проводящих материалов, в частности, металлов. При электризации металлы легко теряют и приобретают электроны. Ионная проводимость характерна для кристаллических веществ, смол, лаковых пленок, компаундов, стекла, жидкостей. Молионная проводимость близка по природе механизма к ионной. Она характерна для коллоидных систем — эмульсий и суспензий. Носителями заряда в коллоидных системах выступают заряженные группы молекул или частиц дисперсной фазы, называемые молионами. Молионная проводимость наблюдается у заряженных и увлажненных жидких диэлектрических материалов, лаков, компаундов, нефтепродуктов, масел и т. п.

В реальных условиях за счет загрязнения и влаги в процессах электризации и рассеяния зарядов могут иметь место одновременно все три вида проводимости. Алгебраическая сумма потерянных или приобретенных телом в результате электризации зарядов составляет его суммарный электрический заряд q . Оценивая наэлектризованность вещества, особенно при больших массах и больших геометрических размерах, пользуются понятием удельной поверхностной или объемной плотности заряда. Если избыточные заряды, полученные в результате электризации, располагаются на поверхности, как это имеет место у твердых диэлектриков (при разделении пластин, сматывании рулонов бумаги, ткани и т. д.), пользуются оценкой поверхностной плотно-

сти заряда. Ее усредненное значение в Кл/м² определяется как отношение:

$$\sigma = q/S, \quad (1)$$

где q — суммарный заряд, Кл; S — площадь наэлектризованной поверхности тела, м².

Оценкой наэлектризованности через среднюю объемную плотность заряда пользуются, когда в результате электризации заряды распределены по всей массе диэлектрика. Наиболее характерным примером в этом случае являются наэлектризованные сыпучие вещества, поступающие в приемный бункер, и жидкие диэлектрики, например нефтепродукты, закачиваемые в резервуар. Усредненное значение объемной плотности заряда равно, Кл/м³:

$$\rho = q/V, \quad (2)$$

где V — объем наэлектризованного продукта, м³.

В некоторых случаях, связанных с электризацией нитей, тросов, лент и т. д., удобно пользоваться оценкой наэлектризованности в виде удельного заряда, приходящегося на единицу длины, Кл/м:

$$\omega = q/l, \quad (3)$$

где l — длина наэлектризованного тела, м.

Основными параметрами, характеризующими электрическое поле зарядов, являются напряженность электрического поля и потенциалы его отдельных точек.

Если в пространство помещен одиночный электрический заряд одного знака, то принято считать, что силовые линии создаваемого им поля замыкаются на индуцированном заряде противоположного знака в бесконечности. Практически за бесконечность принимают поверхность земли или заземленные предметы. Таким образом, в пространстве между наэлектризованным телом и заземленными предметами всегда имеется электрическое поле, а на поверхности заземленных предметов — индуцированные заряды противоположного знака. Потенциал заряженного тела по отношению к земле или к любой другой поверхности нулевого потенциала зависит от геометрических размеров тела и его координат. При их неизменности потенциал тела определяется зарядом. Геометрические параметры (размеры, конфигурация, расстояние до поверхности нулевого потенциала), а также среда, в которой создается электрическое поле, определяют электрическую емкость тела по отношению к поверхности нулевого потенциала. При этом потенциал тела определяется следующим соотношением, В:

$$U = q/C, \quad (4)$$

где C — электрическая емкость тела, Ф.

Приведенное соотношение справедливо лишь для проводящих тел, поверхность которых эквипотенциальна и внутри которых отсутствует электрическое поле. Из соотношения между емкостью,

потенциалом и зарядом следует важный вывод. Несмотря на то что потенциал прямо пропорционален заряду, по одному потенциалу еще нельзя судить, насколько сильно наэлектризовано тело, т. е. как велик его заряд. Если при одном и том же заряде тела его удалять от земли и заземленных предметов, то емкость его будет уменьшаться, а потенциал соответственно возрастать. Следовательно, характеризуя наэлектризованность тела потенциалом, для оценки его заряда необходимо иметь данные о его электрической емкости.

При известной емкости наэлектризованного тела и осредненном значении потенциала на его поверхности легко вычислить энергию создаваемого зарядами СЭ поля, Дж:

$$W = (CU)^2/2. \quad (5)$$

Возможность искрообразования с наэлектризованных предметов и материалов определяется напряженностью электрического поля у их поверхности. Поскольку чаще всего основным изолятором, отделяющим наэлектризованное тело от близко расположенных заземленных предметов, является воздух, то его электрическая прочность определяет максимальную напряженность электрического поля на поверхности наэлектризованных тел.

В однородном электрическом поле в воздухе при нормальных условиях развитие электрических разрядов начинается при напряженности электрического поля около $3 \cdot 10^3$ кВ/м. В системах с резко неоднородным электрическим полем возможно развитие незавершенных электрических разрядов. Такой незавершенный разряд вблизи электродов с малым радиусом кривизны называют коронным. Стабильно коронный разряд развивается с металлических предметов (заостренных стержней, игл, тонких проволок и т. п.) при постоянстве потенциала на них. Внешне коронный разряд может проявляться в слабом потрескивании и наблюдаемом в темноте голубоватом свечении около коронирующего электрода, а также в появлении запаха озона.

Плотность зарядов в большой степени зависит от поверхностной электропроводности электризующихся материалов, поэтому на процесс электризации сильно влияет влажность окружающего воздуха. Наиболее интенсивно процесс электризации твердых тел наблюдается при относительной влажности окружающего воздуха, не превышающей 30—40 %. Увеличение относительной влажности воздуха более 70 % в ряде случаев сводит электризацию к минимуму.

Незаземленные проводящие тела и диэлектрики, находящиеся в электрическом поле наэлектризованных предметов, способны электризоваться за счет электрической индукции. При этом особую опасность представляет собой электризация проводящих тел, поскольку разряд СЭ с проводников может сопровождаться большим выделением энергии в канале искры.

Сыпучие материалы, обладающие низкой электропроводностью, способны сильно электризоваться, что при определенных условиях создает угрозу возникновения взрыва и пожара за счет разрядов СЭ. Следует иметь ввиду, что во взвешенном состоянии легко горят и воспламеняются такие на первый взгляд безопасные вещества, как мука, сахарная пудра и т. п. Чем меньше частицы, ниже электропроводность частиц и стенок сосудов, меньше относительная влажность воздуха, интенсивнее взаимодействие и больше площади контакта при соударениях частиц между собой и со стенками аппарата, тем интенсивнее электризация. В случае пневмотранспортирования по трубам, изготовленным из диэлектрических материалов, поверхность труб также электризуется. Скапливающиеся заряды обуславливают появление на трубах высоких потенциалов; таким образом, прикосновение к ним может сопровождаться электрическим ударом и искрением.

Движение диэлектрических жидкостей вдоль твердой поверхности, например по трубам, в определенных условиях также может сопровождаться интенсивной электризацией. Если удельное сопротивление жидкости превышает 10^{10} Ом·м, электризация легковоспламеняющихся жидкостей создает опасность воспламенения их паров от разрядов СЭ. Плотность заряда СЭ прокачиваемой по трубопроводу жидкости тем выше, чем меньше электропроводность жидкости, выше скорость прокачки по трубопроводу, больше поверхность контакта с твердой фазой, т. е. больше диаметр трубопровода. Особенно интенсивно электризуются жидкости при их фильтрации, за счет развитости поверхности фильтра.

При движении по трубопроводу через фильтры и другое технологическое оборудование электризация легковоспламеняющихся жидкостей никакой опасности не создает, если все емкости герметизированы, полностью заполнены жидкостью и все оборудование заземлено. Опасность возникновения взрывов и пожаров от разрядов СЭ возникает лишь при заполнении резервуаров, когда над поверхностью жидкости находится легковоспламеняющаяся паровоздушная смесь, а заряды СЭ создают сильное электрическое поле. В этом случае между поверхностью наэлектризованной жидкости и стенками резервуара или другими заземленными элементами конструкции возможно возникновение искры и, как следствие, воспламенение паров жидкости.

Воспламеняющая способность разрядов статического электричества определяется экспериментально путем сравнения заряда в импульсе ($q_{\max}$), возникающем с вероятностью 10^{-6} , с допустимым значением заряда (q_d) для исследуемой горючей смеси. При условии, что

$$q_{\max} < q_d, \quad (6)$$

разряды СЭ считаются безопасными для данной горючей смеси.

За заряд в импульсе принимают количество электричества, протекающее в цепи заземленного электрода за время существования униполярного импульса разряда.

Допустимый заряд в импульсе (q_d , Кл) определяется по минимальной энергии зажигания (W , мДж).

Для газов и паров расчет осуществляется по формуле

$$q_d = 4 \cdot 10^{-8} W^{0.6}, \quad (7)$$

а для пылей по формуле

$$q_d = 3,3 \cdot 10^{-8} W. \quad (8)$$

Максимально возможный заряд в импульсе с заданной вероятностью $p = 10^{-6}$ определяется по формуле

$$q_{\max} = 10^{\lg \bar{q} + 4,9S}, \quad (9)$$

где $\lg \bar{q}$ — логарифм значения заряда есть среднеарифметическое логарифмов выборочной совокупности зарядов в импульсах разряда; S — среднеквадратичное отклонение.

Способы защиты от статического электричества

Способы защиты от СЭ можно условно разделить на две основные группы: предотвращение накопления зарядов СЭ на взаимодействующих телах; предотвращение нежелательного или опасного проявления накопленных зарядов.

К первой группе относятся заземление оборудования, увеличение поверхностной или объемной электропроводности диэлектриков, подбор контактных пар и т. д. Ко второй — использование нейтрализаторов зарядов СЭ.

Первая группа

Заземление оборудования. Все проводящее ток оборудование и электропроводные неметаллические предметы должны быть заземлены независимо от того, применяются ли другие меры защиты от СЭ. Неметаллическое оборудование считается электростатически заземленным, если сопротивление растеканию тока на земле с любых точек его внутренней и внешней поверхности не превышает 10^7 Ом при относительной влажности воздуха не выше 60 %. Такое сопротивление обеспечивает необходимое значение постоянной времени релаксации в пределах десятой доли секунды во взрывоопасной среде. Постоянная времени релаксации τ связана с сопротивлением (R , Ом) заземления предмета и его емкостью (C , Ф) соотношением $\tau = RC$.

Заземляющие устройства для защиты от СЭ должны, как правило, объединяться с защитными заземляющими устройствами. Принято, что сопротивление заземляющего устройства, предназначенного исключительно для защиты от СЭ, не должно пре-

вышать 100 Ом, хотя для отвода малых зарядов СЭ вполне пригодно сопротивление до 10^7 Ом.

Эффективное отведение заряда с тела человека обеспечивает антистатическая обувь, сопротивление утечки которой должно находиться в пределах 10^4 — 10^7 Ом. При этом пол также должен обладать достаточной электропроводностью.

Увеличение поверхностной или объемной электропроводности диэлектриков. Электропроводность диэлектрика определяет его способность отводить заряды СЭ. Известен ряд способов увеличения поверхностной и объемной электропроводности для твердых и жидких диэлектриков:

а) увлажнение воздуха до 65—75 % увеличивает поверхностную электропроводность диэлектрических гидрофильных материалов, обладающих способностью адсорбировать на своей поверхности очень тонкую пленку влаги.

б) химическая обработка поверхности полимерных материалов (например, серной кислотой) приводит к увеличению поверхностной электропроводности изделий. В результате обработки поверхность полимера окисляется или сульфuriруется. Установлено, что за время сульфирования (химическая реакция введения соединения сульфогруппы SO_3H 10—15 мин) удельное поверхностное сопротивление снижается до 10^6 Ом при относительной влажности воздуха 75 %. В ряде случаев необходимый эффект достигается нанесением на диэлектрик поверхностной хорошо проводящей пленки. Исходными материалами для них могут быть углерод, металлы или окислы металлов.

в) применение антистатических веществ, наибольший интерес из которых представляют так называемые гигроскопические и поверхностно-активные вещества. Антистатические препараты поглощают влагу и удерживают ее, создавая на поверхности диэлектрика пленку влаги. Особое место занимают антистатические присадки, добавляемые в горючие диэлектрические жидкости с целью снижения объемного удельного сопротивления (например, сигбол, олеат хрома и т. п.).

Электропроводящие наполнители (ацетиленовая сажа, алюминиевая пудра, графит) вводят в массу твердого диэлектрика для повышения объемной электропроводности. Электропроводящие резины получают введением ацетиленовой сажи в массу материала, доводя ее удельное объемное сопротивление ($\text{Ом} \cdot \text{м}$) до $5 \cdot 10^2$ вместо 10^{11} .

Подбор контактных пар. В ряде случаев подбор материала контактирующих поверхностей уменьшает интенсивность генерации зарядов СЭ. Исходными данными для подбора смешиваемых материалов является так называемый электростатический ряд, в котором материалы расположены в определенной последовательности. В начале этой последовательности находятся материалы, приобретающие в результате контакта (например, с металлом) наибольший положительный заряд, а в конце — наибольший

отрицательный. В качестве примера приведем трибоэлектрический ряд по Ленике: положительный конец ряда — стекло — человеческий волос — нейлон — шерсть — шелк — вискоза — хлопок — бумага — лубяное волокно — сталь — эбонит — ацетатный шелк — синтетическая резина — дакрон — орлон — саран — полиэтилен — отрицательный конец ряда.

Вторая группа

Нейтрализация зарядов СЭ осуществляется путем ионизации воздуха и направленного движения ионов к поверхности диэлектрика. Применяют два способа ионизации воздуха: сильным электрическим полем и радиоактивным излучением.

Устройства, ионизирующие воздух с целью нейтрализации электрических зарядов, называют нейтрализаторами статических зарядов. Принцип работы нейтрализаторов сводится к тому, что они создают вблизи наэлектризованного диэлектрика положительные и отрицательные ионы. Ионы, имеющие полярность, противоположную полярности зарядов наэлектризованного материала, под действием электрического поля оседают на поверхности диэлектрика, нейтрализуя его.

По принципу действия нейтрализаторы подразделяют на нейтрализаторы коронного разряда (индукционные и высоковольтные с питанием от постороннего источника напряжения), радиоактивные с α и β -излучением (комбинированные и аэродинамические).

Индукционные нейтрализаторы СЭ (ИНСЭ) конструктивно наиболее просты. Они состоят из несущих металлических или диэлектрических стержней, на которых укреплены заземленные тонкие проволоочки. Электрическое поле у электродов ИНСЭ создается зарядами СЭ наэлектризованного материала. Под действием сильного электрического поля вблизи разрядного электрода происходит ударная ионизация, в результате которой образуются ионы обоих знаков, часть которых идет на нейтрализацию зарядов СЭ.

Радиоактивные нейтрализаторы СЭ находят все более широкое применение во взрывоопасных условиях, где применение искровых разрядов и источников напряжения недопустимо. Выполняются радиоактивные нейтрализаторы в виде пластин или дисков, одна сторона которых покрыта радиоактивными материалами, вызывающими ионизацию воздуха. Глубина проникновения α -частиц в воздухе составляет в среднем 2,5—3 см, что делает безопасным применение этого вида излучения для обслуживающего персонала. Основным недостатком радиоактивных нейтрализаторов является малый ионизационный ток по сравнению с другими типами нейтрализаторов.

Действие аэродинамических нейтрализаторов основано на том, что ионы, полученные в ионизирующей камере, подаются в зону нейтрализации зарядов потоком воздуха.

Существуют и другие способы уменьшения СЭ: снижение скорости технологических процессов, увеличение емкости системы, корректировка технологических операций, проведение технологических процессов в средах, в которых разряд СЭ не представляет опасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимов Б. К. и др. Физические основы статической электризации. М.: МЭМ, 1980.

2. Временная инструкция по определению воспламеняющей способности разрядов статического электричества по заряду в импульсе № 26. — М.: 1970.

Вопросы для самопроверки

1. Что следует понимать под статическим электричеством (СЭ)?

2. Как может проявляться физиологическое действие СЭ на организм человека?

3. Перечислите основные объекты, на которых могут накапливаться заряды СЭ?

4. Что понимается под удельной плотностью заряда СЭ?

5. От чего зависит и как определяется потенциал заряженного тела, плотность зарядов и воспламеняющая способность разрядов СЭ?

Порядок выполнения работы

1. Преподаватель задает вид объекта исследования и условную среду, в которой проводятся измерения. Студент по прил. 9 определяет характеристики горючей среды. Далее с помощью электрофорной машины создаются разряды статического электричества, которые измеряются осциллографом. Измеряются 30 импульсов и проводится их статистическая обработка. Измерения проводятся три раза.

2. При отсутствии измерительной аппаратуры преподаватель задает условную среду и выдает карточки с осциллограммами импульсов статического электричества, в которых указаны параметры интегрирующей цепочки (C , Φ) и для определения (R , Ом) значения (T и T_1 , с). Студент проводит статистическую обработку осциллограмм.

3. Если оказывается в процессе расчетов, что $q_{\max} > q_d$, то в выводах студент обязан указать комплекс мероприятий для предотвращения пожароопасной ситуации для заданных условий, используя способы защиты от статического электричества.

Схема измерений включает (рис. 1): исследуемый объект, проводник-датчик, на котором происходят разряды, интегрирующую цепочку, включаемую в цепь заземления датчика, прибор, регистрирующий пропорциональное заряду в импульсе напряжение на интегрирующей цепочке (осциллограф).

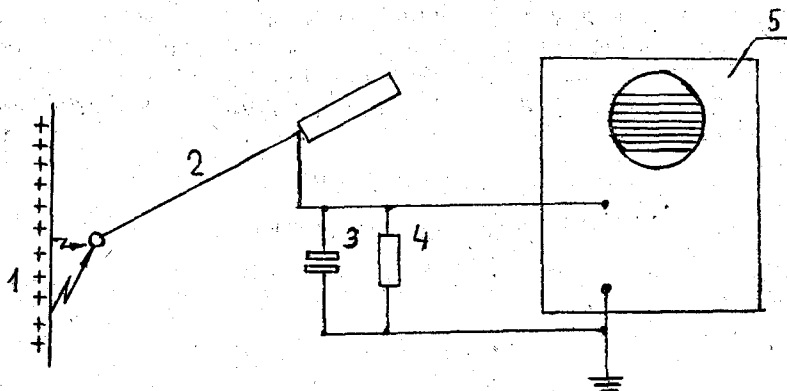


Рис. 1. Функциональная схема измерения зарядов в импульсах: 1 — исследуемый объект; 2 — датчик; 3 — конденсатор; 4 — сопротивление; 5 — осциллограф

При применении подвижных датчиков разряды формируются при приближении их к заряженным поверхностям. Радиусы кривизны датчиков, их расположение и способы сближения, приемлемые в исследованиях, должны обеспечивать наибольшие возможные значения зарядов в импульсах. Разряды легче формируются на электродах с меньшим радиусом кривизны, но при этом может уменьшаться заряд в импульсе. Наибольшей воспламеняющей способностью обладают разряды на электродах с радиусом кривизны свыше 20 мм.

В качестве интегрирующей используется, например, цепочка с параллельно включенными сопротивлением (R , Ом) и конденсатором (C , Ф). Напряжение на такой RC -цепочке прямо пропорционально заряду в импульсе и обратно пропорционально емкости, если длительность разряда составляет менее 0,1 времени релаксации $\tau = RC$. Емкость цепочки определяется чувствительностью прибора (напряжением, наиболее удобным для работы (U , В) и ожидаемой величиной заряда в импульсе (q , Кл):

$$C = q/U, \quad (10)$$

а сопротивление цепочки должно удовлетворять условию

$$\frac{10T}{C} \leq R \leq \frac{10T_1}{C}, \quad (11)$$

где T — длительность импульса или время, необходимое для снятия показаний, с; T_1 — время между двумя отдельно различаемыми импульсами, с.

В качестве приборов, применяемых для регистрации напряжения на интегрирующей цепочке, могут применяться электронно-лучевые осциллографы (С1-18, С1-19).

Импульсы на экране осциллографа фиксируются визуально или фотографируются. Предварительно осуществляется градуи-

ровка экрана осциллографа. В процессе измерений должно быть зарегистрировано не менее 30 импульсов.

При измерении зарядов в импульсах в производственных условиях должны обеспечиваться меры, исключающие возможность взрывов и загораний (флегматизация горючих сред инертными газами и т. д.).

Обработка экспериментальных данных

1. По данным измеренных значений напряжения (U , В) на интегрирующей цепочке с заданной емкостью (C , Ф) рассчитываются значения зарядов (q , Кл) в импульсах:

$$q = CU. \quad (12)$$

2. Составляется таблица, в которую заносят в порядке возрастания значения зарядов в импульсах, частоту (количество импульсов одинаковой величины); накопленную частоту и накопленную частость (см. пример составления таблицы на с. 26).

3. По данным таблицы в заданной координатной сетке (см. прил. 8) строится график зависимости частоты (в %) от зарядов в импульсах (Кл). В результате получим логарифмически нормальное распределение зарядов в импульсных разрядах статического электричества.

4. По совокупности нанесенных точек проводим аппроксимирующую прямую. При этом крайние точки можно не принимать во внимание. В результате получаем логарифмически нормальную статистическую функцию распределения зарядов в импульсных разрядах статического электричества $F(x)$.

5. Пользуясь аппроксимирующей прямой, на оси абсцисс находим проекцию точки A , соответствующую частоте $n=50\%$ (или статистической функции распределения $F(x)=0,5$). Логарифм значения заряда (q), соответствующего точке A , есть среднеарифметическое логарифмов выборочной совокупности зарядов в импульсах:

$$\lg A = \lg \bar{q}. \quad (13)$$

6. Далее в таком же порядке находим значение проекции точки B , соответствующее частоте 15% (или $F(x)=0,159$), и вычисляем выборочное среднее квадратичное отклонение S по формуле

$$S = \lg \bar{q} - \lg B. \quad (14)$$

7. Найденные значения $\lg \bar{q}$, S подставляем в формулу (9) и определяем значение $q_{\text{макс}}$. Измерения проводят не менее трех раз и за результат принимают наибольшее из полученных значений $q_{\text{макс}}$.

Полученные значения $q_{\text{макс}}$ сравниваем с допустимым q_d и делаем вывод о воспламеняющей способности разрядов статического электричества.

На с. 26 приведен пример расчета воспламеняющей способности электричества на мукомольном комбинате при работе с пшеничной мукой.

Отчет о выполненной работе

Результаты исследований, проведенные в лабораторной работе, оформляются в форме протокола, в котором должны содержаться:

- дата проведения измерений;
- относительная влажность воздуха и температура в помещении;
- характеристика свойств горючей смеси (в том числе минимальная энергия воспламенения (W , мДж) (см. прил. 9) и допустимый заряд в импульсе (q_d , Кл) (формулы 7, 8);
- описание исследуемого объекта;
- меры безопасности при проведении измерений;
- описание датчика и условий формирования разрядов;
- параметры интегрирующей цепочки (C , Ф; R , Ом);
- характер регистрации сигналов (визуальное наблюдение или фотографирование);
- таблица по п. 2;
- график по п. 3;
- значения $\lg q$, S и $q_{\text{макс}}$;
- сравнение $q_{\text{макс}}$ с допустимым значением q_d и выводы о возникновении или отсутствии пожароопасной ситуации для исследуемого объекта и мерах, предлагаемых для защиты от статического электричества в данном случае.

Обеспечение безопасности в период измерений

Безопасность обеспечивается предварительной уборкой отложений пыли в помещении и оргмероприятиями, указанными в распоряжении главного технолога комбината.

Измерительные приборы и измерения

Осциллограф С1-19. Зав. №

Конденсатор ФГТ-И.

Сопротивление 50 кОм.

Электрод электрофорной машины.

Осциллограф подготавливается к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Чувствительность его по вертикали

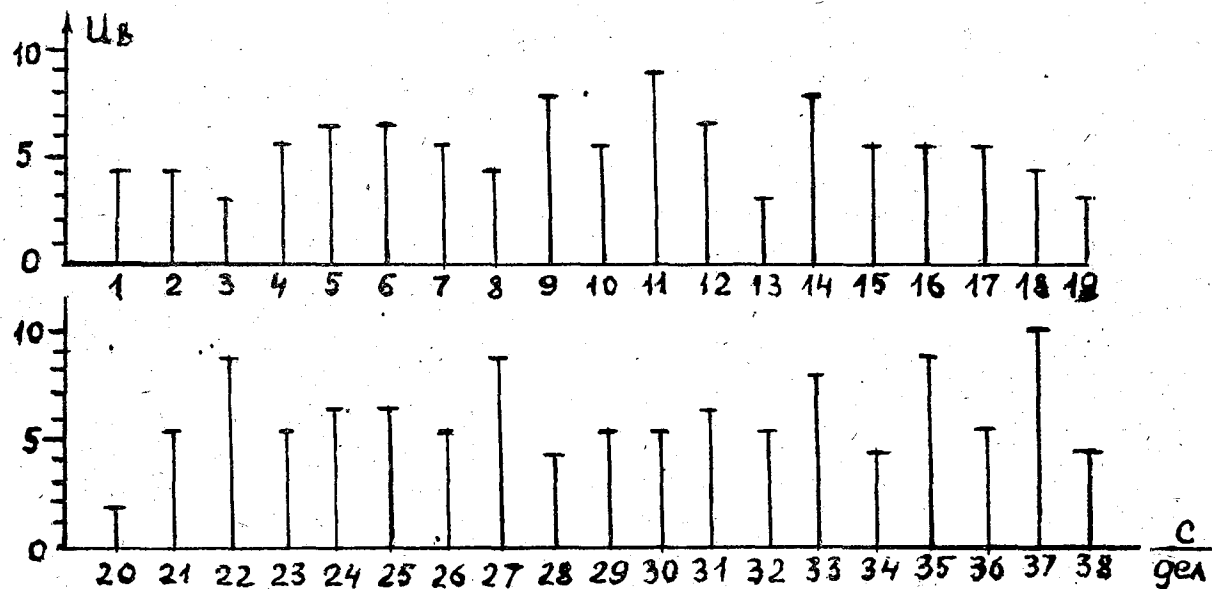


Рис. 2. Образец осциллограммы импульсов разряда статического электричества на мукомольном комбинате при работе с пшеничной мукой
 $C=0,001$ мкФ

устанавливается 1 В/деление, а по горизонтали — 0,12 с/деление. Ручка режима развертки переключается в положение «ждущая». Электрод электрофорной машины приближается до касания к поверхности трубы из стекла, где скапливается СЭ. Возникающий при этом искровой разряд фиксируется на осциллографе в виде импульса напряжения. (При проведении лабораторной работы искровой разряд создается между двумя электродами электрофорной машины и его величина фиксируется на осциллографе). Осциллограммы показаны на рис. 2. Всего снято 38 импульсов.

Пример расчета

Зная напряжение каждого импульса (U , В) и емкость интегрирующей цепочки (C , Ф), по (12) рассчитаем величины электрического заряда (q , Кл) в каждом импульсе разряда. Статистические характеристики в порядке возрастания зарядов введем в таблицу.

Заряд в импульсе 10^{-9} Кл	Количество импульсов	Накопленная частота	Накопленная частота, n %	Статистическая функция распределения
1,8	1	1	2,6	0,026
3,0	3	4	10,5	0,1
4,2	7	11	29,0	0,29
5,4	13	24	63,2	0,63
6,6	6	30	79,0	0,79
7,8	3	33	87,0	0,87
9,0	4	37	97,4	0,97
10,2	1	38	100,0	1,0

Далее строим график статистической функции распределения в координатной сетке (прил. 8) и проводим расчет $q_{\max}$

$$\lg \bar{q} = \lg A = \lg (4,9 \cdot 10^{-9}) = \bar{9},69 = -8,31,$$

$$S = \lg A - \lg B = \lg (4,9 \cdot 10^{-9}) - \lg (3,3 \cdot 10^{-9}) =$$

$$= \bar{9},69 - \bar{9},518 = 0,172,$$

$$q_{\max} = 10^{\lg \bar{q} + 4,9S} = 10^{-8,31 + 4,9 \cdot 0,172} = 10^{-7,47}$$

$$q_{\max} = 0,034 \text{ мкКл.}$$

Для пшеничной муки минимальная энергия зажигания 11,5 мДж (прил. 9), отсюда допустимый заряд в импульсе определяется по (8):

$$q_d = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ В} = 0,38 \text{ мкКл.}$$

Вывод. Поскольку $q_{\max}$ меньше q_d , разряды пожарной опасности не представляют.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель работы — изучение характеристик, определяющих качество видения, и приобретение навыков измерения освещенности на рабочем месте.

Общие сведения

С помощью зрения человек получает порядка 80 % всей информации, поэтому забота о зрении в процессе профессиональной деятельности человека, протекающей в тесном взаимодействии с внешней средой, является одной из первоочередных задач. При этом некоторые факторы среды (атмосферное давление, влажность воздуха и т. п.) являются определяющими для надежности проведения ряда гидрометеорологических наблюдений, могут затруднить выполнение должностных обязанностей и оказать неблагоприятное воздействие на состояние зрительного анализатора. В экстремальных случаях это воздействие может привести к необратимым органическим поражениям.

В процессе развития науки и техники обнаруживаются новые факторы, воздействующие на организм человека и, в частности, на его зрительный анализатор. К таким факторам относятся: изменение условий гравитации (ускорение и невесомость), изменение давления атмосферы и ее газового состава, механические колебания (вибрации и шум), действие различных участков спектра электромагнитных колебаний (ультрафиолетовые лучи, видимая часть спектра, инфракрасное излучение и т. д.).

В процессе филогенетического развития человеческий организм в целом и его зрительные анализаторы в частности приспособились к существованию в нормальных условиях гравитации. При полетах на современных самолетах и в космических полетах на организм человека могут воздействовать измененные условия гравитации — ускорение и невесомость. Одним из наиболее ранних симптомов неблагоприятного воздействия ускорений на организм человека являются зрительные расстройства. Так, при действии ускорений в направлении голова — таз вначале наблюдается сужение периферийного поля зрения, затем возникает так называемая «серая пелена», сопровождающаяся снижением остроты зрения, остроты цветового зрения, и, наконец, наступает полная потеря зрительных функций («черная пелена»), которая, как правило, является предвестником потери сознания. При ускорениях обратного направления появляется так называемая «красная пелена», а также возможны кровоизлияния в сетчатую оболочку глаза. Наиболее легко переносимыми являются ускорения, действующие в поперечном направлении.

Изучение воздействия разряженного пространства атмосферы при недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе на функции зрения было начато еще на заре развития авиации. Доказано, что с повышением кислородной недостаточности падает острота зрения (разрешающая способность), уменьшается световая чувствительность, нарушаются аккомодация глаза (фокусировка изображения на сетчатку глаза) и конвергенция (способность глаза изменять свое направление зрения). С развитием кислородного оборудования, обеспечивающего жизнедеятельность человека в условиях разряженной атмосферы или при изменении газового состава вдыхаемого воздуха, выявились новые факторы, которые могут оказывать влияние на функциональное состояние зрения. Одним из таких факторов является гипероксия (избыток кислорода), приводящая к сужению поля зрения и снижению порогов цветоразличения. Уменьшение в организме углекислого газа приводит к аналогичным явлениям. Механизм изменения функционального состояния зрительного анализатора при изменении парциального давления газов как входящих в состав атмосферы, так и используемых в специальных приспособлениях выяснены далеко не полностью.

Исследования последних лет показали негативное воздействие на зрительный анализатор различных механических колебаний (вибраций) и шума.

Степень воздействия вибраций на организм человека в основном зависит от амплитуды виброперемещения, амплитуды колебательной скорости, амплитуды колебательного ускорения, периода колебаний (T) и частоты, связанной с периодом колебаний соотношением

$$f = 1/T. \quad (1)$$

При этом установлена прямая зависимость между величиной амплитуды колебательной скорости при различных частотах и степенью снижения остроты зрения. Наибольшее снижение остроты зрения наблюдается при воздействии вибрации частотой 20...30 Гц и 60...90 Гц. Причина ухудшения остроты зрения от воздействия вибраций заключается в передаче механических колебаний на глазное яблоко, что приводит к нарушению фиксации любых объектов различения. Показано, что максимальные изменения остроты зрения при вибрации частотой 20...30 Гц объясняются увеличением амплитуды вибраций глазного яблока в результате возникновения в нем резонансных колебаний.

Шум также оказывает неблагоприятное воздействие на зрение. Наблюдается сужение поля зрения, снижение световой и различительной чувствительности. Шумовой фактор является серьезной гигиенической проблемой сегодняшнего дня и исследования его влияния на слуховой и зрительный анализаторы продолжаются.

Изучение влияния различных участков спектра электромагнитных колебаний на функции человеческого организма, и в том числе на зрение, в настоящее время очень актуально. Практически все изученные участки спектра являются биологически активными и могут не только привести к функциональным расстройствам, но и вызвать необратимые органические поражения глаз.

Ощущение света вызывают электромагнитные излучения с длиной волны 380...760 нм (нанометров, $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Видимое излучение граничит с ультрафиолетовым при длине волны меньше 380 нм, а при длине волны больше 760 нм переходит в инфракрасное.

Наибольшую чувствительность глаз имеет по отношению к волнам в середине спектра видимого света (500...600 нм). Этот диапазон соответствует излучению желто-зеленого цвета.

Важной характеристикой глаза является относительная видимость (%)

$$K_{\lambda} = \frac{S_{\lambda}}{S} \cdot 100, \quad (2)$$

где S — ощущение, вызываемое источником излучения длиной 550 нм; S_{λ} — ощущение, вызываемое источником той же мощности с длиной волны, равной λ .

Кривая относительной видимости приведена на рис. 3.

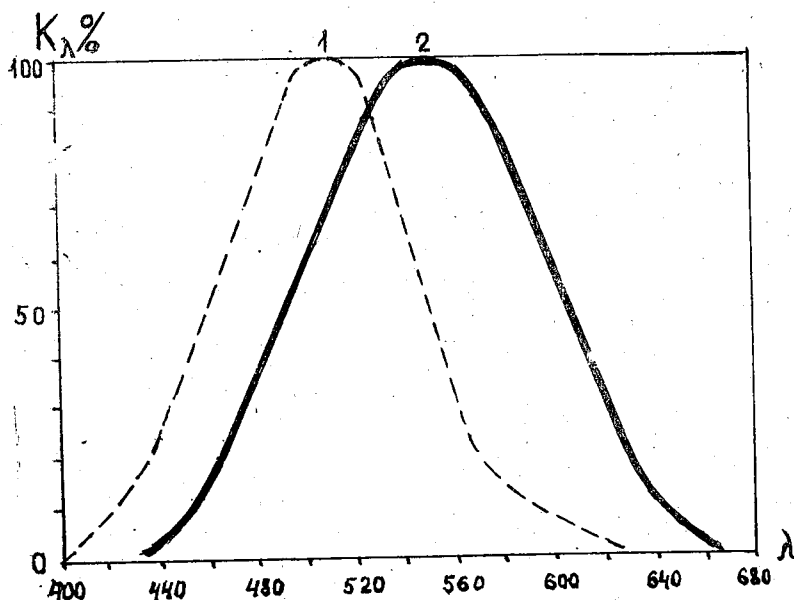


Рис. 3. Чувствительность глаза к волнам различной длины: 1 — ночью; 2 — днем

Наиболее опасными для глаз человека являются электромагнитные излучения с длиной волны 280 и 292 нм, характерные для ультрафиолетовой части спектра электромагнитных излучений.

Известно, что суммарная доза солнечной радиации, достигающая земной поверхности (солнечная постоянная), составляет 1,4 кал/(см²·мин), а за пределами атмосферы—2,0 кал/(см²·мин). Эта суммарная доза складывается из ультрафиолетовой 0,16 кал/(см²·мин), видимой 0,8 кал/(см²·мин) и инфракрасной 1,0 кал/(см²·мин) радиации.

Роговица глаза полностью поглощает ультрафиолетовые лучи с длиной волны короче 290 нм. При этом пороговая доза, вызывающая поражение зрения, составляет примерно 0,15 кал/(см²·мин) и может привести к необратимым процессам. В космическом пространстве наиболее серьезным воздействием светового излучения следует считать возможность хореоретинального (сочетание сосудистой и сетчатой оболочек глаза) ожога.

Пребывание в солнечные дни в горных районах (например, при проведении снегомерных работ), может привести к ожогам глаз и солнечной слепоте. Поэтому переходы и работы в горах должны проводиться в защитных очках—дымчатых или желто-зеленых. Если стеклянные очки разобьются, следует сделать защитные очки из темной бумаги, бересты, прорезав против глаз щели шириной 2 мм, длиной 15 мм. Отсутствие очков может вызвать покраснение слизистой оболочки, появление рези, слезотечение, а иногда «снежную слепоту», т. е. офтальмию глаз. В этих случаях необходима темная повязка на глаза, холодные компрессы, промывание глаз раствором борной кислоты.

Состояние зрительного анализатора и качество информации, получаемой через его посредство, во многом зависит от освещения рабочего места. Неудовлетворительное освещение утомляет зрение и организм человека и может вызвать искажение получаемой информации. Неправильное освещение, кроме того, может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих.

Оптимальное освещение рабочего места является одним из важнейших условий безопасности человека в процессе труда.

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое светом неба (прямым и отраженным), искусственное, осуществляемое электрическими лампами, и совмещенное, при котором в светлое время суток недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение подразделяют на боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах, и комбинированное, когда к боковому освещению добавляется верхнее, осу-

ществляемое через аэрационные или зенитные фонари или специальные проемы в перекрытиях.

По конструктивному исполнению искусственное освещение также может быть двух систем: общее (световой поток распределяется равномерно и светильники, как правило, расположены над поверхностью освещаемого пространства) и комбинированное (к общему освещению добавляется местное).

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие виды: рабочее, аварийное, эксплуатационное, охранное и дежурное.

В целом о качестве освещения производственных и жилых помещений, а также открытых производственных площадок и территорий можно судить по величине освещенности, измеряемой в люксах люксметром Ю-116. Принцип действия люксметра основан на использовании явления фотоэлектрического эффекта (прил. 10).

Освещенность рабочих мест при искусственном освещении оценивается сравнением фактически измеренной освещенности с нормативной. При естественном освещении освещенность зависит от времени года и суток, географического расположения местности. Поэтому она нормируется (в отличие от искусственного освещения) не по абсолютной величине, а по относительной, называемой коэффициентом естественной освещенности (КЕО). КЕО — это отношение естественной освещенности в некоторой точке внутри помещения ($E_{вн}$) к освещенности наружной ($E_{нар}$), создаваемой светом полностью открытого небосвода, т. е.

$$КЕО = (E_{вн}/E_{нар}) 100 \%. \quad (3)$$

Освещенность рабочих мест при естественном и совмещенном освещении оценивают сравнением фактического значения КЕО, полученного по формуле (3), с его нормированным значением.

Нормированные значения КЕО (%) при естественном и совмещенном освещении и освещенности (лк) при искусственном освещении приведены в СНиП 11—4—79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» отдельно для производственных и жилых помещений.

Основным фактором, по которому нормируется освещение производственных помещений, является характеристика объекта различения и соответствующий ей разряд зрительной работы, которые в первую очередь определяются наименьшим размером объекта различения, мм.

Объект различения — рассматриваемый предмет, отдельная часть его или дефект, который требуется различать в процессе работы. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены в СНиП для случая расположения его на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы устанавливается в зависимости от отношения d/l ,

где d — наименьший размер объекта различения, мм; l — расстояние от объекта различения до глаз работающего, м.

Для производственных помещений установлено 8 разрядов зрительной работы как для естественного и совмещенного, так и для искусственного освещения (в прил. 11 приведены 6 основных разрядов).

Нормы по искусственному освещению зависят от характера зрительной работы и соответствующего ей разряда и подразряда, а также от вида системы освещения.

Подразряд определяется величиной контраста объекта различения с фоном и характеристикой фона.

Действительный контраст объекта различения K с фоном определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта B_o и фона B_ϕ к яркости фона

$$K = |B_o - B_\phi| / B_\phi. \quad (4)$$

Яркость является основной характеристикой света и может быть представлена в виде зависимости

$$B_o = I / (S \cos \alpha), \quad (5)$$

где I — сила света, т. е. световой поток, излучаемый на единицу телесного угла; S — величина светящейся поверхности; α — угол, под которым рассматривается поверхность. Единицей яркости является кандела на 1 м^2 (кд/м²).

Фон — это поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон зависит от коэффициента отражения ρ , который определяется отношением светового потока, отраженного от поверхности, к световому потоку, падающему на освещаемую поверхность (ρ выражается в долях от единицы или в %). Фон считается светлым при ρ поверхности более 0,4; средним — от 0,2 до 0,4 и темным — менее 0,2.

Контраст объекта различения с фоном считается большим при $K \geq 0,5$ (объект и фон резко отличаются по яркости); средним при $K = 0,2 \dots 0,5$ (объект и фон заметно различаются по яркости); малым при $K \leq 0,2$ (объект и фон мало различаются по яркости).

Видимость объекта в любой реальной среде зависит от расстояния. Если мы будем постепенно удаляться от какого-либо предмета, то его видимость будет монотонно снижаться. Причина снижения видимости заключена в двух явлениях. Во-первых, с удалением от наблюдаемого объекта снижается его угловой размер и, следовательно, повышается пороговый контраст зрения. Во-вторых, рассеяние светового излучения, идущего от наблюдаемого объекта, а также излучения, пришедшего со стороны, вызывает образование так называемой вуалирующей световой дымки, яркость которой накладывается при наблюдении на яркость объекта и фона и тем самым снижает контраст. То есть, если среда, содержащая оптические неоднородности,

освещена посторонними лучами, то эффект рассеяния света вызовет при расстоянии наблюдения L образование вуалирующей яркости дымки B_L . В то же время при рассмотрении объекта с того же расстояния видимые яркости объекта и фона будут в T раз меньше истинных (T — коэффициент пропускания толщи среды, через которую рассматриваются объект и фон). Следовательно, можно записать

$$B'_0 = B_0 T + B_L, \quad (6)$$

$$B'_\phi = B_\phi T + B_L \quad (7)$$

и, используя (4), рассчитать видимый контраст объекта с фоном K'

$$K' = \frac{B'_0 - B'_\phi}{B'_\phi} = \frac{B_0 - B_\phi}{B_\phi + B_L/T}, \quad (8)$$

где B'_0 — видимая (кажущаяся) яркость объекта; B'_ϕ — видимая (кажущаяся) яркость фона; B_L — вуалирующая яркость дымки.

Если обозначим $B_L/T = \mu$, то

$$K' = \frac{B_0 - B_\phi}{B_\phi + \mu} = \frac{K}{1 + \mu/B_\phi}. \quad (9)$$

Величина μ называется оптической мутностью среды.

Из вышесказанного следует, что чем больше вуалирующая яркость дымки B_L , тем хуже видимость. Влияние вуалирующей яркости на видимость особенно ощущается в таких мутных средах, как природные воды, загрязненная атмосфера, туманы и т. д. Если среда не ослабляет проходящее через нее излучение и не накладывает вуалирующей яркости дымки, то видимый контраст K' равен истинному K .

Количественных оценок влияния контраста на напряженность зрения нет, однако влияние это очевидно и в настоящее время изучается. Можно с уверенностью сказать, что утомляемость зрения повышается при наблюдениях объектов как с малым контрастом, так и с контрастом, равным 1.

Органы зрения способны приспособиться (адаптироваться) к изменениям условий освещения, особенно яркости. Если в поле зрения находятся поверхности, значительно отличающиеся между собой по яркости, то при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения. Для уменьшения вредного воздействия переадаптации необходимо, чтобы соотношение яркостей предметов, находящихся в поле зрения, поддерживалось не более 5. Так, светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения, а также некоторому повышению освещенности объектов.

Основными путями улучшения освещенности являются: улучшение организации технологического процесса в направлении уменьшения загрязненности воздушной среды и повышения эффективности вентиляционных систем; рациональное расположение светильников, своевременная чистка окон и светильников, цветовое оформление помещения и оборудования, применение более совершенных источников света и своевременная замена перегоревших и отслуживших свой срок ламп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайруллин Р. Р. Охрана труда в гидрометеорологии. — Казань: Изд. Каз. ун-та, 1988.
2. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда. Под ред. Израэльсона З. И. — М.: Медицина, 1981.

Вопросы для самопроверки

1. Какие факторы негативно воздействуют на зрительный анализатор?
2. Как и почему проявляется воздействие ускорения, вибрации, шума и электромагнитных колебаний на зрительный анализатор?
3. Какова чувствительность глаза к электромагнитным волнам различной длины?
4. По каким критериям нормируются различные виды освещения?
5. Что понимается под яркостью, фоном, контрастом и величиной оптической мутности среды?
6. Каковы основные пути улучшения освещенности помещений?

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации люксметра Ю-116 (прил. 10), подготовить его к работе и измерениям.

Для измерения освещенности рабочего места фотоэлемент с насадками (или без них) располагают горизонтально на заданной высоте (0,8 м) от пола. При этом на приемное окно фотоэлемента не должны попадать случайные тени, в том числе и от человека, проводящего измерения.

Градуировка люксметра произведена по световому потоку ламп накаливания. Поэтому при измерении освещенности для люминесцентных ламп показания прибора необходимо умножать на поправочный коэффициент, равный 0,88.

2. Определить КЕО для естественного или совмещенного освещения в характерном разрезе лабораторного помещения в шести

точках на уровне подоконников (0,8 м от пола)*. Точки измерения должны охватывать всю глубину помещения, начиная от окна. Наружную освещенность в формуле (3) следует принять равной 5000 лк, результаты расчетов КЕО свести в табл. 1.

Таблица 1

Расстояние от окна (стены), м	0	0,6	1,2	...	...	...
$E_{вн}$, лк						
КЕО (e) %						

3. По данным табл. 1 построить кривую для КЕО в лабораторном помещении. Используя прил. 11, на рисунок нанести зоны, в которых допустимо выполнение разрядов зрительной работы, соответствующих нормам.

4. Определить неравномерность естественного или совмещенного (z) и искусственного ($z_{и}$) освещения в лабораторном помещении по формулам:

$$z = \frac{e_{\max} + e_{\min}}{2e_{\min}}, \quad (10)$$

$$z_{и} = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2E_{\min}}, \quad (11)$$

где e и E — соответственно значения КЕО и освещенности в характерном разрезе лабораторного помещения.

Неравномерность освещения помещения считается допустимой, когда коэффициент неравномерности не менее 0,5. При этом качество освещения тем выше, чем значение z ближе к единице.

5. Начертить план и пронумеровать рабочие места в лабораторном помещении.

6. Определить КЕО рабочих мест при естественном или совмещенном освещении по формуле (3). Для этого нужно определить среднюю освещенность каждого рабочего места $\bar{E}'_{рм}$, проводя измерение $E'_{рм}$ в четырех точках на рабочей поверхности каждого стола.

Результаты расчетов КЕО свести в табл. 2 и в соответствии с прил. 11 дать оценку допустимого разряда зрительной работы на данном рабочем месте.

* Характерный разрез помещения — поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении).

1. Естественное или совмещенное освещение

№№ рабочих мест	I				II				III				...
Точки измерения	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	...
$E'_{\text{рм}}$ лк													
$\bar{E}'_{\text{рм}}$ лк													
КЕО _{измер} %													
КЕО _{норм} %													
Разряд зрительной работы													

2. Искусственное освещение

$E''_{\text{рм}}$ лк													
$\bar{E}''_{\text{рм}}$ лк													
$E_{\text{норм}}$ лк													
Разряд зрительной работы													

7. Определить среднюю искусственную освещенность на рабочем месте $\bar{E}''_{\text{рм}}$, используя прил. 11, установить допустимый разряд зрительной работы. Результаты измерений свести в табл. 2.

Оформление результатов измерений

Результаты измерений и расчетов, проведенных в лабораторной работе, оформляются в виде протокола, в котором должны содержаться:

- дата и время проведения измерений;
- описание использованных диапазонов измерений люксметра Ю-116 (без насадок или с насадками);
- описание системы освещения лабораторного помещения;
- схема размещения с нумерацией рабочих мест;
- таблицы по п. 2, 6 и 7;
- график по п. 2;
- выводы о соответствии освещенности рабочих мест третьему разряду точности выполняемой зрительной работы (запись, чтение и т. п.).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМА

И ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы — научиться оценивать параметры производственных шумов, овладеть методикой их измерения и нормирования, приобрести навыки в исследовании звукоизоляции материалов и определять эффективность мер борьбы с шумом.

Общие сведения

Производственным шумом называют нежелательный беспорядочный различной частоты и интенсивности набор звуков, вредно воздействующих на состояние здоровья работающих, снижающих производительность их труда и являющихся косвенной причиной производственного травматизма.

Интенсивный шум оказывает неблагоприятное влияние на весь организм человека. Под его воздействием изменяются ритмы дыхания (иногда в 2 раза) и сердечной деятельности, повышаются кровяное и внутричерепное давление, нарушается работоспособность клеток коры головного мозга, понижается кислотность и уменьшается количество желудочного сока, замедляется пищеварение, возможно образование язвы желудка. Шум действует на центральную нервную систему, вызывая ослабление внимания; головокружение, раздражительность.

В зависимости от уровня звукового давления и характера спектра шум может вызывать патологические изменения в организме, относящиеся к группе шумовой болезни.

Работоспособность человека под влиянием шума снижается за счет понижения концентрации внимания, нарушения многих физиологических функций, раннего появления усталости в связи с повышенными затратами энергии и нервно-психическим напряжением.

Снижение работоспособности человека приводит к понижению производительности, качества и безопасности труда. Увеличение шума от 70 до 90 дБ ведет к снижению производительности физического труда на 20 %, а умственного — до 50 %.

Вследствие ослабления внимания и развития усталости с увеличением интенсивности шума возрастает количество ошибок в рабочих операциях, а следовательно, создаются условия, способствующие росту травматизма.

Наиболее вредное влияние на организм человека оказывает высокочастотный шум.

Источниками производственных шумов могут быть: колебания поверхностей тел или самих тел, нестационарные процессы в жидкостях и газах, переменные электромагнитные силы, приводящие к колебаниям, рабочие органы электрических устройств. По-

этому по происхождению производственный шум условно делят на механический, аэро- или гидродинамический и электромагнитный. Кроме того, согласно ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» шум подразделяют: 1) по характеру спектра — на широкополосный (с непрерывным спектром более одной октавы) и тональный (прослушивается дискретный тон); 2) по временным характеристикам — на постоянные (за 8-часовой рабочий день уровень шума изменяется не более чем на 5 дБ) и непостоянные (прерывистые, импульсные).

Широкополосный шум содержит почти весь диапазон звуковых частот, узкополосный состоит из ограниченного числа ближайших частот, тональный имеет в спектре пики с уровнями на 10 дБ и более, превышающими уровни в соседних третьооктавных полосах, т. е. в тональном шуме прослушиваются отдельные тона (частоты)*.

Непостоянные шумы, в свою очередь, подразделяются на колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени; прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным и превышает уровень фонового шума, составляет 1 с и более.

Если шум воспринимается как удары, следующие один за другим, каждый длительностью не более 1 с, то он называется *импульсным*, или ударным. При этом уровни звукового давления, измеренные при отдельном включении характеристик «медленно» и «импульс» шумомера, отличаются не менее чем на 10 дБ.

По положению максимума уровня звукового давления в частотном спектре шумы делят на низко-, средне- и высокочастотные.

Шум, в спектре которого наибольшие уровни звукового давления лежат ниже 300 Гц, называется *низкочастотным*. Если же наибольшие уровни звукового давления расположены в спектре на частотах от 300 до 800 Гц, то такой шум называется *среднечастотным*, на частоте свыше 800 Гц — *высокочастотным*.

Шум по физической природе представляет собой колебания в средах, находящихся в различных агрегатных состояниях (газообразном, жидком, твердом).

Диапазон слышимых частот звука лежит в пределах от 16 до 20 000 Гц. Упругие колебания с частотой ниже 16 Гц называют *инфразвуком*, а выше 20 000 Гц — *ультразвуком*. Ухом человека они не воспринимаются, но оказывают биологическое воздействие. При этом орган слуха человека отличается большой неравномерностью восприятия шума: низкочастотный и высокочастотный

* Примером широкополосного шума может служить шум реактивного двигателя самолета, тонального — шум бензопилы «Дружба».

звуки, воспринимаемые на слух как звуки одинаковой громкости, могут различаться по звуковому давлению в 10 раз и более*.

В связи с большой шириной диапазона слышимых частот он условно разбит на 8 октавных полос со средними частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Значения верхней f_v , нижней f_n и среднегеометрической $f_{сг}$ частот каждой октавной полосы связаны соотношением

$$f_v = 2f_n; \quad f_{сг} = \sqrt{f_n f_v}.$$

Для широкополосного шума на рабочих местах предельно допустимые нормы установлены в отдельных октавных полосах. Если в спектре шума прослушиваются частоты нескольких октавных полос, то для нормирования используют прил. 13, последняя графа.

Для измерения уровней звукового давления в последнем случае используют частотную характеристику шумомеров с индексом «А»**.

Ухо человека способно воспринимать звуки в большом диапазоне звукового давления от порогового значения слышимости, равного $2 \cdot 10^{-5}$ Па, до звукового давления, вызывающего болезненные явления в ухе человека (порог болевого ощущения), соответствующего 20 Па. Поскольку диапазон звуковых давлений, воспринимаемых человеком, весьма широк, октавные и общие уровни звукового давления L выражаются зависимостью

$$L = 20 \lg (P_{ср}/P_0),$$

где $P_{ср}$ — усредненное звуковое давление, создаваемое источником шума, на частотах одной или нескольких октавных полос, Па; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па — пороговое звуковое давление, которое является порогом слышимости при частоте 1000 Гц.

Для тонального (т. е. шума с частотными составляющими, на 10 дБ и более превышающими уровень фоновых шума) и импульсного шумов допустимые уровни звукового давления, приведенные в прил. 13, на 5 дБ меньше.

Шум измеряют различными шумомерами, в частности, в данной работе типа PS-1202, производства Германии (прил. 12). В нем звук, воспринимаемый микрофоном, преобразуется в электрические колебания, которые усиливаются и, пройдя через корректирующие фильтры и выпрямитель, регистрируются стрелочным прибором в дБ.

Согласно ГОСТ 12.1.050-86 «ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах» для постоянных рабочих мест измерение производят в точках, соответствующих этим местам; на непостоянных рабочих местах — в точках (не менее трех), охватывающих

* Громкость звука — это мера слухового ощущения, которая зависит от звукового давления и частоты звука.

** В работе используется частотная характеристика «А» шумомера PS-1202, а для анализа результатов измерений шума прил. 13, последняя графа.

возможно большую часть рабочей зоны. В каждой точке необходимо произвести не менее трех измерений, результаты которых затем усредняют.

При разработке, проектировании, изготовлении, эксплуатации машин, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума и осуществлять их следующими средствами:

1. Технические средства борьбы с шумом включают в себя: уменьшение шума в источнике, применение технологических приемов и процессов, при которых уровни звукового давления на рабочих местах не превышают допустимые уровни и др.

2. Строительно-акустические мероприятия подразумевают применение дистанционного управления шумными машинами, применение средств индивидуальной защиты, организационные мероприятия (выбор рационального режима труда и отдыха, сокращение времени нахождения в шумных условиях, лечебно-профилактические) и др.

Первая группа мероприятий — самая целесообразная и надежная. Эти мероприятия осуществляются при конструировании оборудования, машин и механизмов, при разработке технологических мероприятий и операций в процессе эксплуатации оборудования.

К основным техническим средствам, с помощью которых возможно устранение шума в источнике, относятся:

- совершенствование кинематических схем, например, выбор вращательного движения вместо возвратно-поступательного, замена зубчатых передач клиноременными и т. п.;

- замена технологических процессов менее шумными, например, ударную правку металла — вальцовкой, пневматическую клепку — сваркой или гидравлической прессовкой;

- совершенствование чистоты обработки при изготовлении и сборке деталей машин и механизмов для уменьшения зазоров между деталями, повышение точности центровки и балансировки узлов машин;

- замена металлических деталей деталями из менее шумных материалов, например, пластмассы, резины, фибры, текстолита и др.

- изыскание наилучших конструктивных форм деталей машин, оборудования, их безударного взаимодействия и обтекания воздушными и газовыми потоками;

- правильная эксплуатация оборудования, хороший уход за ним, регулярная смазка, своевременная замена изношенных деталей новыми, крепление ослабевших деталей и т. п.

Вторая группа по борьбе с шумом состоит из строительно-акустических мероприятий по снижению шума на пути его распространения путем: звукопоглощения, звукоизоляции, устройства акустических экранов и глушителей. Снижение шума на пути его распространения учитывают при разработке генерального плана предприятия и планировке размещения оборудования.

Ослабление шума возможно также за счет устройства различных приспособлений, поглощающих и отражающих звуковую энергию. К ним относятся такие мероприятия, как звукопоглощение, звукоизоляция, устройство глушителей шума, акустических экранов или звукоизолирующих кожухов, кабин, выгородок.

Сущность звукоизоляции ограждения состоит в том, что падающая на него звуковая энергия отражается в гораздо большей мере, чем проникает за ограждение. Звукоизолирующая способность ограждения R (дБ) выражается формулой

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau},$$

где $\tau = P_{\text{пр}}/P_{\text{пад}}$ — коэффициент звукопроницаемости; $P_{\text{пр}}$ — звуковая мощность, прошедшая через ограждение, Вт; $P_{\text{пад}}$ — падающая на ограждение звуковая мощность, Вт.

Интенсивность шума в помещениях зависит не только от прямого, но и от отраженного звука. Поэтому для снижения шума нужно снизить энергию отраженных волн методом звукопоглощения. Это достигается путем размещения на внутренних поверхностях помещения звукопоглощающих облицовок, в которых энергия колеблющихся частиц воздуха переходит в теплоту вследствие потерь на трение в пористом материале.

Иногда применяют организационные методы борьбы с шумом. Например, отменяют звуковые сигналы на транспорте, гудки фабрик и заводов.

Одной из организационных мер борьбы с вредным воздействием шума на человека является медицинская профилактика и средства индивидуальной защиты работающих на производстве. В качестве последних используют внутренние противошумы (антифоны) в виде тампонов, заглушек, вкладышей и внешние или наружные в виде наушников и шлемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайруллин Р. Р. Охрана труда в гидрометеорологии. — Казань: Изд. Каз. ун-та, 1988.
2. Панаев С. Т. Охрана труда. — М.: Стандарт, 1988.

Вопросы для самопроверки

1. Какие неблагоприятные реакции организма человека наблюдаются при действии шума?
2. Как различают шум по происхождению, характеру спектра и частоте?
3. Почему при нормировании шума используют октавные полосы и логарифмические шкалы?
4. Какие меры и технические средства используют для борьбы с шумом?

5. В чем сущность звукоизоляции и звукопоглощения ограждений?

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с общими положениями, лабораторной установкой для исследования звукоизоляции материалов и инструкцией по пользованию шумомером PS-1202 (прил. 12).

2. Составить схему рабочих мест в лабораторном помещении (столы) и произвести замеры уровня звукового давления L_i^P . Результаты трех измерений внести в табл. 1, рассчитав среднее значение уровня звукового давления для всего помещения $L_{ср}^P$.

3. Сравнить полученное значение $\bar{L}_{ср}^P$ с допустимыми нормами звукового давления $L_{доп}$ для соответствующих рабочих мест (прил. 13, последняя графа).

4. Используя лабораторную установку (камеру), шумомером PS-1202 измерить уровни звукового давления с выключенным, а затем с включенным мотором (не менее трех раз при закрытой крышке камеры). Результаты измерений внести в табл. 2.

Таблица 1

Уровни звукового давления (L_i^P) на рабочих местах (дБ)

Номер замера	Рабочие места в лабораторном помещении				
	1	2	3	...	Среднее значение
1					$\bar{L}'$
2					$\bar{L}''$
3					$\bar{L}'''$

$L_{ср}^P$

Таблица 2

Уровни звукового давления (L_i^k), измеренные в лабораторной установке (дБ)

Номер замера	Мотор выключен	Мотор включен	Виды звукоизоляционного материала						
			Текстолит	Дюралюминий	Фанера	...	Текстолит + фанера	Дюралюминий + фанера	...
1									
2									
3									
	$\bar{L}_{вык}$	$\bar{L}_{вкл}$	$\bar{L}_T$	$\bar{L}_д$	$\bar{L}_ф$	...	$\bar{L}_{Тф}$	$\bar{L}_{дф}$	...

5. Измерить уровни звукового давления в лабораторной установке (камере) с работающим мотором, используя звукоизолирующие пластины:

- а) замеры произвести с каждой из пяти пластин;
 - б) замеры произвести с тремя наборами из двух пластин.
- Результаты трех измерений внести в табл. 2.

6. По данным табл. 2 сформулировать выводы о качестве звукоизоляции из различных материалов.

7. Выявить рабочие места, для которых измеренные в камере уровни звукового давления при работающем моторе меньше допустимых (прил. 13, последняя графа).

Отчет по лабораторной работе

1. Краткое описание шумомера PS-1202.
2. Схема лабораторного помещения с нумерацией рабочих мест, для которых производились измерения уровня звукового давления.
3. Результаты измерений уровня шума в лабораторном помещении и камере (табл. 1, 2).
4. Выводы по результатам измерений шума и сравнительному анализу их с учетом нормативного документа ГОСТ 12.1.003-76 (прил. 13).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ

И АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы — изучение основных параметров вибрации, методов измерения и принципов нормирования вибрации оборудования и вибрационной чувствительности человека.

Общие сведения

Вибрацией называют колебательное движение сооружений, машин, механизмов или их элементов, которое обусловлено несовершенством указанных изделий, мешает выполнению основных функций и оказывает вредное влияние на организм человека. Около 80% поломок и аварий в машиностроении являются результатом недопустимых вибраций.

Вибрация классифицируется согласно ГОСТ 12.1.012-78 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности»: по способу передачи на человека — на общую (рабочие места), передающуюся через опорные поверхности на тело человека, и локальную (местную), передающуюся на руки человека; по направлению

действия — на действующую вдоль осей ортогональной системы координат тела или руки; по источнику возникновения общей вибрации — на транспортную, транспортно-технологическую и технологическую. Отдельные части тела и внутренние органы (например, голову, сердце, желудок, печень) можно рассматривать как колебательные системы с определенной массой и упруговязкими связями. Такие системы обладают собственными частотами, и при совпадении частоты вибрации (вынужденных колебаний) с этими частотами возникают резонансные колебания, которые особенно опасны для организма человека. Частота резонанса для всего тела человека — 6 Гц, внутренние органы человека колеблются с частотой порядка 8 Гц, органы головы — 25 Гц, центральной нервной системы — 250 Гц.

При средних и высокочастотных колебаниях (соответственно при 30—250 и выше 250 Гц) возможно развитие вибрационной болезни. *Вибробользнь* — это профессиональное заболевание, которое поддается эффективному лечению только на ранних стадиях. В более тяжелых случаях вибробользнь приводит к инвалидности. К симптомам вибробользни относят изменения в нервной и костно-суставных системах, падение мышечной активности, силы и веса, спазмы сосудов сердца.

Гигиеническими характеристиками вибрации являются среднеквадратичные значения виброскорости в м/с, ее логарифмические и пороговые уровни вибрационной чувствительности в октавных полосах частот в дБ.

Принято считать, что общая вибрация оказывает более вредное влияние на человека, чем локальная. При этом вибрация с большой частотой и малой амплитудой оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на человека, вызывая головные боли, утомление и нарушение зрения. Вибрацию измеряют при выполнении работающими реальных технологических операций в естественных эксплуатационных условиях, фактически существующих в момент проверки. Таким образом, вибрации оцениваются не амплитудными значениями параметров, а действующими значениями, т. е. среднеквадратичными значениями мгновенных значений параметра.

Вибрация подчиняется всем физическим законам, относящимся к звуковым колебаниям.

Физически вибрация характеризуется: амплитудой смещения (x) — величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия в мкм, мм, см; колебательной скоростью (v) — максимальное из значений скорости колеблющейся точки в см/с или м/с; колебательным ускорением (a) — максимальное из значений ускорения колеблющейся точки в см/с² или м/с²; периодом колебаний (T) — промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми состояниями системы в секундах; частотой (f) — величина, обратная периоду колебаний, или количество полных колебаний в единицу времени в Гц.

Амплитуда смещения в случае синусоидальных колебаний определяется по формуле

$$x = x_m \sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

где x_m — амплитуда наибольшего отклонения, м; ω — круговая частота ($\omega = 2\pi f$), об/мин; t — время, мин; φ — начальная фаза вибросмещения, об. В большинстве случаев начальная фаза не учитывается.

Соотношение между смещением, скоростью и ускорением определяется следующими выражениями:

$$v = \omega x = 2\pi f x, \quad (2)$$

$$a = \omega^2 x = 4\pi^2 f^2 x = \frac{4\pi^2}{T^2} x. \quad (3)$$

Кроме указанных параметров на практике вибрацию, подобно шуму, характеризуют логарифмическим уровнем виброскорости (L_v), измеряемой в дБ:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0}, \quad (4)$$

где v — среднеквадратичное значение виброскорости, м/с; $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ — пороговое значение виброскорости, м/с.

Весь диапазон частот вибраций разбивается на октавы, где верхняя граничная частота вдвое больше нижней. Среднегеометрические частоты октавных полос вибраций стандартизированы и составляют: 1, 2, 4, 8, 16, 31, 5, 63, 125, 500, 1000 Гц.

Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены: применением вибробезопасных машин; применением средств виброзащиты, снижающих воздействующую на работающих вибрацию на путях ее распространения; проекторочными решениями технологических процессов и производственных помещений, обеспечивающими гигиенические нормы вибраций на рабочих местах; организационно-техническими мероприятиями, направленными на поддержание в условиях эксплуатации технического состояния машин на уровне, предусмотренном нормами; улучшением эксплуатации и технического состояния машин; введением режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибраций на работающих.

Как правило, борьба с вибрацией проводится с внедрением мероприятий по снижению шума и для достижения допустимых норм требуется внедрение не одного, а комплекса мероприятий.

Работа с вибрирующим оборудованием должна проводиться в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не менее 16°C при относительной влажности 40—60 % и скорости движения воздуха 0,3 м/с.

В качестве средств виброзащиты могут быть использованы: вибродемпфирование — превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии за счет применения в конструкциях материалов с большим внутренним трением (пластмасса, капрон, резина и др.) или за счет нанесения слоя упруговязких материалов (пластмассы, резины, пенопласта, мастики и др.) на колеблющуюся поверхность; виброгашение — уменьшение уровня вибраций путем введения в систему механического сопротивления (чаще всего виброгашение осуществляется путем установки агрегатов на самостоятельные фундаменты); виброизоляция — снижение вибрации за счет уменьшения передачи колебаний защищаемого объекта от источника колебаний путем применения амортизаторов.

В качестве средств индивидуальной защиты от вибрации применяются гасящие вибрационные рукавицы и специальная обувь с использованием в подошвах упругодемпфирующих материалов.

Очень важную роль при работе в условиях вибраций играет профессиональный отбор, связанный с определением чувствительности человека к вибрации. При определении вибрационной чувствительности устанавливают ее пороги для колебаний различной частоты. Задавая частоту и постепенно увеличивая амплитуду колебаний, находят такую амплитуду, которая едва ощущается руками или ногами человека. При известных параметрах вибрации удается установить пороговый уровень виброчувствительности человека на разных частотах.

Для этих целей может быть использован измеритель вибрационной чувствительности ИВЧ-02 — прибор, предназначенный для исследования состояния вибрационной чувствительности при клинической диагностике, профессиональном отборе и научно-исследовательских работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайруллин Р. Р. Охрана труда в гидрометеорологии. — Казань, Изд. Каз. ун-та, 1988.
2. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда. Под ред. З. И. Израэльсона. — М.: Медицина, 1981.

Вопросы для самопроверки

1. Как различают вибрацию по способу передачи на человека, по направлению действия и по источнику возникновения?
2. Какие негативные воздействия оказывает вибрация на организм человека?
3. По каким параметрам нормируют вибрацию?
4. Какие мероприятия обеспечивают вибробезопасные условия труда?
5. Какие методы и средства используются для защиты от вибрации машин, механизмов, оборудования и человека?

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации измерителя вибрационной чувствительности ИВЧ-02 (прил. 14). Подготовить его к работе и измерениям. **ВНИМАНИЕ!** Включение и выключение прибора в сеть (9), переключение частоты (3) и амплитуды вибрации (4) производить при **ОТКЛЮЧЕННОМ ВИБРАТОРЕ!** Для этого тумблер (6) «СИГНАЛ» установить в положение «ПРЕРЫВАНИЕ!»

2. Переключатель (3) установить на частоту 500 Гц.

3. Переключатель (4) установить в положение 1.

4. Переключатель (2) установить на положение 0.

5. Тумблер (6) установить в положение «ПОДАЧА».

6. Положить указательный палец левой руки обследуемого на виброплощадку (10) электродинамической приставки (11), не нажимая на нее. В другую руку взять кнопку ответа пациента (12). **ВНИМАНИЕ!** После надежного ощущения вибрации обследуемый нажимает на кнопку (12) и на панели прибора загорается лампочка (8). В этот момент обследующий определяет порог чувствительности, т. е. амплитуду вибрации в дБ по положению переключателя (2) и показанию стрелки индикатора (1), суммируя эти показания.

7. При отсутствии ощущения вибрации обследуемым (положение переключателей по п. 2—6) и максимальном повороте вправо ручки (5) необходимо: тумблер (6) «СИГНАЛ» установить в положение «ПРЕРЫВАНИЕ» и только после этого переключатель (4) «ГРУБО» установить в положение (2), а ручку (5) перевести в крайнее левое положение.

8. Тумблер (6) «СИГНАЛ» вновь установить в положение «ПОДАЧА» и повторным постепенным поворотом ручки (5) вправо вновь увеличивать амплитуду до момента ощущения вибрации обследуемым.

9. Продолжая операции, аналогичные изложенным в п. 7 и 8, находят порог вибрационной чувствительности обследуемого на заданной частоте (500 Гц). Затем последовательно переключатель (3) устанавливают на частоты 250...16 Гц.

10. При измерении порогов вибрационной чувствительности желательно предусмотреть, чтобы обследуемый не видел панель управления прибора и не мог знать результатов измерений до их окончательной обработки.

11. Используя табл. 1, где X_0 (мкм)—это поправка для нулевых значений амплитуды X , измеренной в дБ на частотах 16...500 Гц, определить $X_{изм}$ (мкм):

$$X_{изм} \text{ (мкм)} = 10^{\frac{X_{изм} \text{ (дБ)}}{20}} \cdot X_0 \text{ (мкм)}. \quad (5)$$

Таблица 1

Поправки для нуля стрелочного индикатора ИВЧ-02
при переходе от дБ к мкм на частотах 16...500 Гц

f Гц	16	32	63	125	250	500
X_0 мкм	5,0	3,0	1,5	0,2	0,15	0,15

12. Для электродинамической приставки (датчика) ИВЧ-02 по формуле (2) рассчитать значения v_p м/с для частот 16...500 Гц.

13. Результаты измерений и расчетов свести в табл. 2, где v_{px} и v_{dx} — рассчитанное и допустимое среднеквадратические значения виброскорости для локальной вибрации (прил. 15).

Таблица 2

Амплитуды (X) и виброскорости (v),
определяющие порог вибрационной чувствительности для рук обследуемого

f Гц	16	32	63	125	250	500
$X_{изм}$ дБ						
$X_{изм}$ М						
$v_{px} 10^{-2}$ м/с						
$v_{dx} 10^{-2}$ м/с						

14. По результатам измерений (табл. 2) построить график 1 связи амплитуд $X_{изм}$ (дБ) и частот f (Гц), для которых они получены.

15. На график $X_{изм}=f(f)$ нанести диапазон от 20 до 80 дБ, который соответствует допустимым по гигиеническим нормам порогам вибрационной чувствительности для рук человека (диапазон аналогичного порога для ног в 2 раза больше).

Занижение или превышение измеренных порогов вибрационной чувствительности относительно допустимых свидетельствуют об утомлении вибрационного анализатора обследуемого и может рассматриваться как один из признаков предрасположенности его к виброболезни.

16. По данным табл. 2 построить график 2 $v_{px}=f(f)$ и нанести допустимые значения v_{dx} (м/с). Превышение v_{px} относительно v_{dx} позволяет выявлять среднелогарифмические значения виброскоростей оборудования и инструмента, работа с которыми наиболее противопоказана обследуемому.

Отчет по лабораторной работе

Результаты измерений и последующих расчетов оформляются в виде протокола, в котором должны содержаться:

- дата и время проведения измерений;
- краткое описание последовательности измерений на ИВЧ-02;
- табл. 2 по пп. 12, 13;
- графики 1 и 2 по пп. 14—16;
- выводы о соответствии гигиеническим нормам измеренных порогов вибрационной чувствительности обследуемого;
- рекомендации обследуемому относительно выполнения работ с вибрационным оборудованием и инструментом.

Раздел третий. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ЭУ) НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

Цель работы — выработать умение правильно оценивать и обеспечивать требуемые условия электробезопасности ЭУ напряжением до 1000 В.

Общие сведения

Опасность поражения человека электротоком возникает: при непосредственном прикосновении его к токоведущим частям ЭУ или к поврежденной изоляции фаз (до 56 % всех электротравм) и при соприкосновении с нетоковедущими частями ЭУ, случайно оказавшимися под напряжением (до 40 % всех электротравм).

Степень и исход поражения человека зависят от режима нейтрали электрической сети.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) Минэнерго СССР. (М.: Энергоатомиздат, 1986) предусматривают применение двух трехфазных электрических сетей при U_n до 1000 В: трехпроводная с изолированной нейтралью (рис. 4, а) и четырехпроводная с глухозаземленной нейтралью (рис. 4, б).

Нейтралью трансформатора или генератора называют точку соединения начала обмоток первой, второй и третьей фазы, в которой суммарный потенциал по отношению к земле равен нулю.

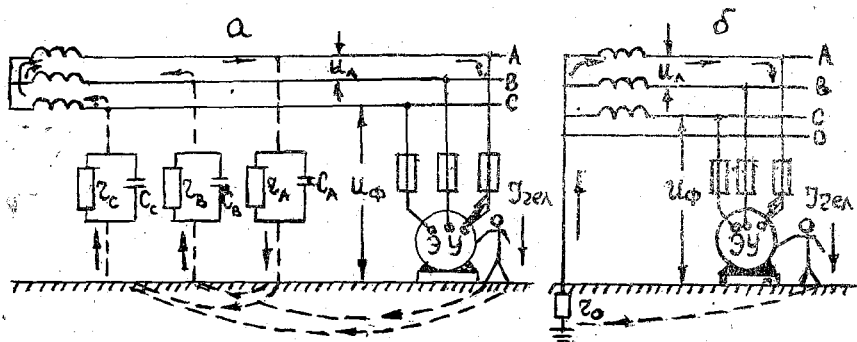


Рис. 4. Схема прикосновения к корпусу ЭУ при пробое изоляции фазы А на этот корпус в электросетях: а — с изолированной нейтралью; б — с глухозаземленной нейтралью

Если нейтральная точка трансформатора не присоединена к заземляющему устройству (ЗУ)—это электрическая сеть с изолированной нейтралью; если нейтральная точка трансформатора присоединена к ЗУ непосредственно или через малое сопротивление, то это электрическая сеть с глухозаземленной нейтралью (ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»).

Заземляющее устройство — совокупность конструктивно объединенных заземляющих проводников и заземлителя. Под заземлителем понимают проводник или совокупность металлических соединенных проводников, находящихся в соприкосновении с землей. Различают два рода заземления: рабочее, необходимое для обеспечения определенного режима сети, и защитное, необходимое для обеспечения электробезопасности на рабочем месте.

Каждая из указанных выше сетей характеризуется различной степенью электробезопасности. Последняя оценивается в основном значением тока, проходящего через тело человека, $I_{\text{чел}}$, мА или напряжением, под которым оказывается человек, т. е. напряжением прикосновения $U_{\text{пр}}$, В. Ниже рассматриваются с этих позиций оба вида сетей для наиболее часто встречающихся случаев прикосновения человека к одной из фаз или металлическому корпусу ЭУ*.

Трехпроводная сеть с изолированной нейтралью. При прикосновении человека к корпусу ЭУ (рис. 4, а) или к одной фазе А сети образуется цепь поражения: корпус ЭУ (или фаза А)—тело человека ($R_{\text{чел}}$)—обувь—пол—земля—сопротивление изоляции фаз В и С—фазы В и С—трансформатор—фаза А—корпус ЭУ. Человек оказывается под фазным напряжением $U_{\text{ф}}$, а величина $I_{\text{чел}}$ зависит от омической $r_{\text{из}}$ и емкостной C составляющих сопротивления изоляции фаз относительно земли. При отсутствии емкостей между проводами и землей ($C_{\text{а}}=C_{\text{в}}=C_{\text{с}}=0$), т. е. в сетях незначительной протяженности, и равенстве омических сопротивлений изоляции фаз ($r_{\text{а}}=r_{\text{в}}=r_{\text{с}}=r_{\text{из}}$) величина

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{чел}} + r_{\text{об}} + r_{\text{пл}} + r_{\text{зем}} + \frac{r_{\text{из}}}{3}}, \quad (1)$$

где $r_{\text{об}}$ — сопротивление обуви человека, Ом; $r_{\text{пл}}$ — сопротивление пола (основания), на котором стоит человек, Ом; $r_{\text{зем}}$ — сопротивление земли, Ом. Если человек стоит на токопроводящем полу и имеет проводящую обувь, т. е. $r_{\text{пл}}=0$ и $r_{\text{об}}=0$, формула (1) упрощается, так как значение $r_{\text{зем}}$ невелико:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{чел}} + \frac{r_{\text{из}}}{3}}. \quad (2)$$

* При прикосновении человека к незаземленному или зануленному корпусу ЭУ, по существу, он оказывается включенным на одну фазу.

Анализ формулы (2) показывает: чем больше величина $r_{из}$, тем меньше $I_{чел}$. Например, при $r_{из}$, равном 5 и 500 кОм, $I_{чел}$ соответственно равны 82,5 (смертельный) и 1,3 мА (неопасный) ток при $U_{\phi}=220$ В и $C=0$. Следовательно, величина $r_{из}$ фаз в сети с изолированной нейтралью является важным показателем электробезопасности и требует к себе особого внимания. Если $r_{из}$ поддерживается на достаточно высоком уровне (по ПУЭ $r_{из} \geq 500$ кОм), то прикосновение к одной фазе (или корпусу ЭУ) в этой сети с $U_{л}$ до 1000 В и малой емкостью фаз считается безопасным. Поэтому ГОСТ 12.1.030-81, ПУЭ, правила технической эксплуатации (ПТЭ) и правила техники безопасности (ПТБ) при эксплуатации ЭУ потребителей требуют постоянно контролировать $r_{из}$ в сетях с изолированной нейтралью.

Четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью. При прикосновении человека к корпусу ЭУ (рис. 4, б) или к одной фазе сети образуется цепь поражения: корпус ЭУ (или фаза А) — тело человека — обувь — пол — земля — рабочее заземление нейтрали — нейтраль — фаза А — корпус ЭУ. Человек оказывается под напряжением U_{ϕ} , а величина

$$I_{чел} = \frac{U_{\phi}}{R_{чел} + r_{об} + r_{пл} + r_{зем} + r_0}, \quad (3)$$

где r_0 — сопротивление рабочего заземления нейтрали, Ом.

Когда человек находится на деревянном сухом полу ($r_{пл} = 60$ кОм) и имеет на ногах сухую нетокопроводящую (резиновую) обувь ($r_{об} = 50$ кОм), $I_{чел} = 2$ мА при $U_{\phi} = 220$ В и $r_0 = 10$ Ом. При $r_{пл} = 0$ (сырой грунт или токопроводящий пол) и $r_{об} = 0$ (сырая обувь или с металлическими гвоздями) $I_{чел} = 218$ мА (смертельный ток). Следовательно, на величину $I_{чел}$ не оказывает влияние $r_{из}$, а исключительно важна для безопасности человека изоляция пола $r_{пл}$, на котором он стоит, и обуви $r_{об}$.

Таким образом, по условиям прикосновения к фазному проводу (или незаземленному, незануленному корпусу ЭУ) в период нормального режима работы сети более безопасной является трехпроводная сеть с изолированной нейтралью. Поэтому сеть с изолированной нейтралью применяют в тех случаях, когда можно поддерживать высокий уровень $r_{из}$ и когда емкость сети C незначительна. Такими являются малоразветвленные сети, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором квалифицированного персонала. Когда нет возможности обеспечить хорошую изоляцию проводов (высокая влажность, агрессивная среда и пр.), следует применять сеть с глухозаземленной нейтралью. Кроме того, последняя предпочтительна и по технологическим требованиям, так как позволяет использовать два рабочих напряжения — $U_{л}$ и U_{ϕ} ($U_{л} = 380$ В для питания силовой электрической нагрузкой, а $U_{\phi} = 220$ В — сети освещения).

Для обеспечения электробезопасности человека используются следующие защитные меры: выбор изоляции электросетей и установок; специальные ограждения токоведущих частей (недоступность); применение пониженного напряжения; применение устройств автоматического отключения; электрические и механические блокировки; средства индивидуальной защиты; зануление и защитное заземление. Области применения защитного заземления и зануления, принципы инструментального анализа и расчета заземляющих устройств ЭУ рассмотрим более подробно.

Защитное заземление. Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током при прикосновении к токоведущим частям ЭУ в сетях с изолированной нейтралью предусматривается защитное заземление в сочетании с контролем сопротивления изоляции (ГОСТ 12.1.030-81).

Защитным заземлением (по ГОСТ 12.1.009-76 и ПУЭ) называется преднамеренное электрическое соединение металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под U с землей. Защитное заземление служит для снижения до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием фазы на корпус ЭУ или другими причинами. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования (за счет уменьшения сопротивления защитного заземления) и выравниванием потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (за счет подъема потенциала этого основания до значения, близкого к значению потенциала заземленного оборудования).

Согласно ГОСТ 12.1.030-81 и ПУЭ защитному заземлению подлежат металлические токоведущие части ЭУ, которые вследствие неисправности изоляции могут оказаться под U и к которым возможно прикосновение людей и животных. При этом в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках защитное заземление является обязательным при номинальном U ЭУ выше 42 В переменного и 110 В постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности — при $U \geq 380$ В переменного и $U \geq 440$ В постоянного тока. Во взрывоопасных помещениях такое заземление выполняют независимо от применяемого U .

При прикосновении человека к заземленному корпусу ЭУ (рис. 5), когда одна фаза (например, А) имеет замыкание на корпус, величина силы тока, проходящего через человека, равна

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\Phi}}{R_{\text{чел}} + \frac{r_{\text{из}}}{3} + \frac{R_{\text{чел}} r_{\text{из}}}{r_{\text{зз}}}}, \quad (4)$$

где $r_{\text{зз}}$ — сопротивление заземляющего устройства, Ом.

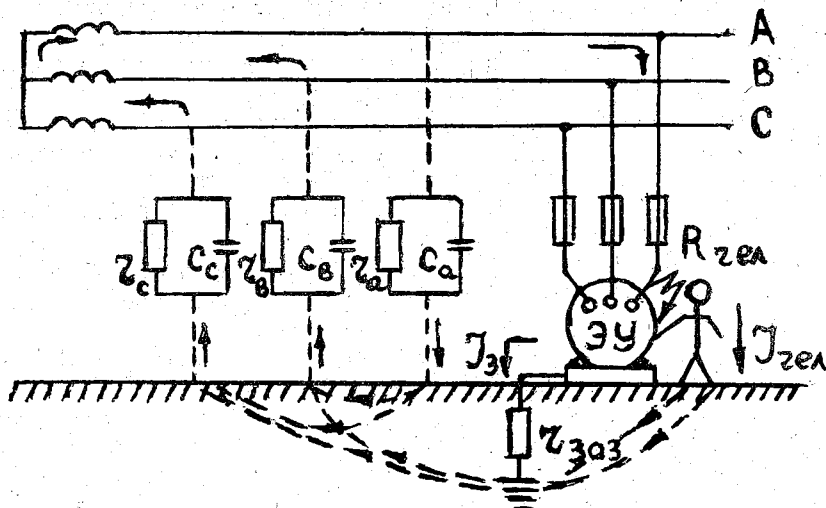


Рис. 5. Прикосновение человека к ЭУ, имеющей защитное заземление $r_{ззз}$, при наличии замыкания фазы А на корпус ЭУ

Анализ формулы (4) показывает, что при прочих равных условиях $I_{чел}$ будет иметь тем меньшее значение, чем меньше будет $r_{ззз}$. Величина $r_{ззз}$ зависит от сопротивлений заземляющих проводов, заземлителей и сопротивления растеканию тока в земле. Защитное заземление будет отвечать условиям безопасности, если $I_з \cdot r_{ззз} \leq U_{доп}$, т. е. допустимому $U_{доп}$ на корпусе ЭУ по отношению к земле. Поэтому величина $r_{ззз}$ нормируется ГОСТ 12.1.030-81 и ПУЭ (гл. 1.7). Для ЭУ напряжением до 1000 В значение $r_{ззз}^H$ (нормированное) должно быть не более 4 Ом; при мощности источника тока 100 кВ·А и менее значение $r_{ззз}^H$ — не более 10 Ом.

Практика эксплуатации ЭУ показывает, что только 0,6 % всех электротравм происходит при наличии заземления, обладающего большим сопротивлением (более $r_{ззз}^H$), и до 22 % — при отсутствии заземления. Поэтому необходимо проверять сопротивление ЭУ ($r_{ззз}$) не реже одного раза в год. Для этого применяют приборы типа МС-08 или М-416 (измеритель сопротивления заземления).

В сетях с глухозаземленной нейтралью U до 1000 В с целью защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током применяют зануление (ГОСТ 12.1.030-81). В этих сетях защитное заземление не обеспечивает уменьшение $U_{пр}$ до 42 В. Поэтому выбран путь — уменьшение длительности режима замыкания фазы на корпус ЭУ.

Занулением (ГОСТ 12.1.009-76) называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником, идущим от глухозаземленной нейтрали трансформатора или источника питания, металлических нетоковедущих частей ЭУ, которые могут оказаться под U (рис. 6).

Занулению подлежат те же металлические нетоковедущие части ЭУ, что и защитному заземлению, но только в сетях с глухозаземленной нейтралью. Зануление служит для превращения замыкания на корпус ЭУ в однофазное короткое замыкание между фазным и нулевым защитным проводниками с целью вызвать большой ток. Последний обеспечит срабатывание защиты (плавкие предохранители, максимальные автоматы, реле, расцепители) и тем самым автоматически отключит поврежденную ЭУ от питающей сети. Кроме того, заземление корпусов ЭУ через нулевой защитный проводник снижает в аварийный период их U относительно земли.

Для обеспечения минимального времени срабатывания защиты необходимо так подобрать сечение нулевого защитного проводника, чтобы ток однофазного короткого замыкания I_k в системе зануления в 3 раза превышал номинальный ток I_n ближайшего плавкого предохранителя или в 1,2—1,4 раза ток отключения автоматического выключателя без выдержки времени.

С целью защиты персонала (человека) от воздействия электрического тока к электротехническим изделиям предъявляются требования к наличию в конструкции изделия элементов, предназначенных для защиты от случайного прикосновения к движущимся, токоведущим, нагревающимся частям изделий и элемен-

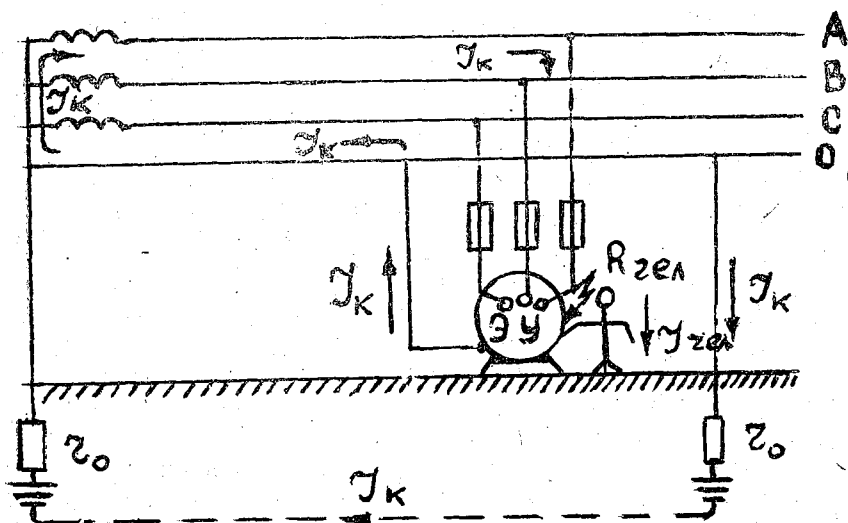


Рис. 6. Прикосновение человека к ЭУ, имеющей зануление, при наличии замыкания фазы А на корпус ЭУ

тов, для защиты от попадания частей тела человека, посторонних предметов, пыли, воды и т. д.

Электротехнические изделия (электродвигатели, электроинструменты, электроплиты и т. п.) имеют различные степени защиты (от 0 до 8) от попадания и воздействия на них твердых тел, пыли и воды и 5 классов (0, 0I, I, II, III), обеспечивающих те или иные способы защиты человека от поражения электрическим током.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайруллин Р. Р. Охрана труда в гидрометеорологии. — Казань: Изд. Каз. ун-та, 1988.

2. Охрана труда. Под ред. Б. А. Князевского. — М.: Высшая школа, 1982.

Вопросы для самопроверки

1. Какие виды трехфазных электрических сетей предусматриваются ПУЭ?

2. Что называют нейтралью трансформатора или генератора электрического тока?

3. Каковы цепи поражения электротоком при прикосновении человека к корпусу ЭУ, попавшей под напряжение в различных сетях.

4. Каковы основные параметры, определяющие степень электробезопасности трехфазных сетей.

5. В чем различия защитного заземления и зануления?

6. Перечислите основные меры защиты, используемые для обеспечения электробезопасности человека.

Порядок выполнения работы

Ознакомиться с лабораторным стендом, подготовить его к работе и измерениям. На левой части стенда имитируется попадание человека под напряжение одной из фаз силовой сети, имеющей из-за пробоя изоляции контакт с корпусом ЭУ (первая часть задания). При этом ЭУ может быть не заземлена — это соответствует положению переключателя «человек под напряжением» или заземлена, но сопротивление заземления ЭУ может быть больше нормированного сопротивления заземления $r_{\text{зз}}$, что недопустимо по ПУЭ.

На правой части стенда имитируется измерение сопротивления защитного заземления ЭУ в зависимости от удельного сопротивления грунта $\rho_{\text{гр}}$, а также от формы, сопротивления, количества и способа соединения одиночных заземлителей (вторая часть задания).

До начала работы необходимо получить у преподавателя допуск к работе и вариант (вид грунта и климатическая зона) для измерения имитированного сопротивления заземляющего устройства ЭУ.

ЗАДАНИЕ

Исследовать зависимость тока, протекающего через тело человека ($I_{\text{чел}}$) и напряжения прикосновения ($U_{\text{пр}}$) от величины сопротивления заземления ЭУ ($R_{\text{ззз}}$), находящейся под напряжением из-за пробоя на корпус ЭУ изоляции фазы «А».

Часть первая

1. Включить вилку стенда в розетку внешней электросети (~ 220 В), установить тумблер «Сеть» в положение «Вкл.».

2. Установить переключатель В 1 в положение «Человек под напряжением» и измерить $I_{\text{чел}}$ и $U_{\text{пр}}$ (защитное заземление при этом отключено).

3. Перевести переключатель В 1 в положение «Защитное заземление включено» и, уменьшая величину сопротивления заземления с помощью ручки потенциометра ($R_{\text{ззз}}$), снять зависимость $I_{\text{чел}}$ и $U_{\text{пр}}$ от величины $R_{\text{ззз}}$. Измерение начинают со значения $R_{\text{ззз}}^{\text{макс}}$ (ручка потенциометра повернута до упора вправо).

4. Построить графики зависимостей $I_{\text{чел}}$ и $U_{\text{пр}}$ от $R_{\text{ззз}}$. При этом $R_{\text{ззз}}$ наносится на графики цифрами, на которых в момент измерения установлена стрелка на ручке потенциометра.

5. Нанести на график $I_{\text{чел}} = f(R_{\text{ззз}})$ пороговые значения для переменного тока ($U = 380$ В; $f = 50$ Гц): ощутимого 1,5 мА; неотпускающего 10 мА, фибрилляционного 100 мА.

6. Показать на графике $U_{\text{пр}} = f(R_{\text{ззз}})$ зону для $U_{\text{пр}} < 42$ В, считающуюся безопасной для человека при нормальном режиме ЭУ (ГОСТ 12.1.38-82).

7. Установить переключатель В 1 в положение «Выкл.».

Часть вторая

1. Установить тумблер В 3 в положение «Вкл.», тумблер В 4 в положение « $R_{\text{гр}}$ ».

2. Переключателем В 2 выбрать вид грунта: чернозем, глина или суглинок. При этом переключатель В 5 установить в крайнее левое положение (диапазон измерений омметра 0...20 Ом). Вращая ручку «Коррекция омметра», установить стрелку омметра на отметку 10 Ом.

3. Нажать кнопку «Измерение» и произвести отсчет величины сопротивления выбранного грунта $R_{\text{гр}}$, Ом.

4. Рассчитать удельное сопротивление грунта $\rho_{\text{гр}}$, Ом·м.

Удельное сопротивление грунта — это сопротивление одного кубического метра грунта, к противоположным граням которого приложены измерительные электроды.

Удельное сопротивление грунта зависит от характера почвы (глина, песок, чернозем), климатической зоны, а также от времени года. Наибольшую величину оно имеет зимой в северных районах при промерзании грунта или в июле в южных районах, когда почва наиболее сухая:

$$\rho_{\text{гр}} = 2\pi R_{\text{гр}} L, \quad (5)$$

где L — расстояние между измерительными электродами, равное 3 м.

5. Сопротивление заземляющего устройства рассчитывается по формулам для одиночных заземлителей (рис. 7).

6. Рассчитать сопротивление растеканию тока одиночного трубчатого заземлителя ($h > 0,5$ м)

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{гр}} \psi}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H + l}{5H - l} \right), \quad (6)$$

где ψ — коэффициент сезонности (определяется по прил. 16 в зависимости от заданного варианта); l — длина заземлителя, равная 3 м; d — диаметр трубы заземлителя, равный 0,0254 м; H — расстояние от поверхности земли до середины заземлителя, равное $(h + l/2)$ м; h — расстояние от поверхности земли до верхнего конца заземлителя, равное 0,75 м.

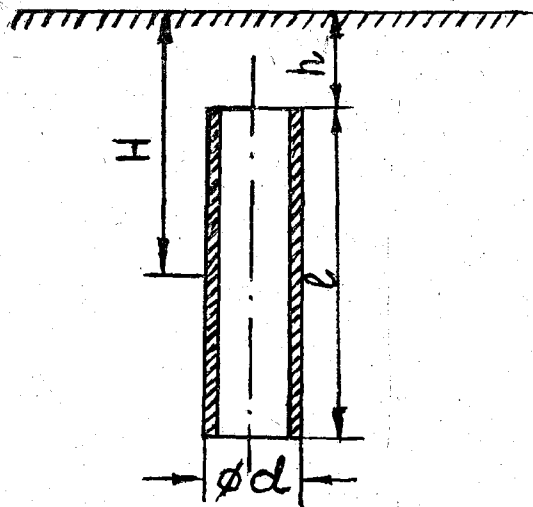


Рис. 7. Одиночный трубчатый заземлитель, заглубленный в землю

7. Рассчитать ориентировочное количество одиночных заземлителей n' , необходимое для получения допустимого значения $r_{\text{заз}}^{\text{д}}$, без учета сопротивления полосы их связи

$$n' = \frac{R_0}{r_{\text{заз}}^{\text{д}} \eta}, \quad (7)$$

где $r_{\text{заз}}^{\text{д}}$ принимается по прил. 16 для ЭУ с изолированной нейтралью с учетом вида грунта и климатической зоны; η — коэффициент использования одиночных заземлителей в группе, равный 0,6.

8. По полученному значению n' найти уточненные коэффициенты: использования вертикальных заземлителей $\eta_{\text{с}}$ и полосы связи $\eta_{\text{п}}$ (прил. 17). Если n' находится в промежутке между табличными значениями, $\eta_{\text{с}}$ и $\eta_{\text{п}}$ принимаем по большему табличному числу. Сопротивление растеканию тока для полосы связи $R_{\text{п}}$ принимаем равным 40 Ом.

9. Уточненное число одиночных заземлителей n равно

$$n = \frac{R_0 \eta_{\text{п}}}{r_{\text{заз}}^{\text{д}} \eta_{\text{п}} \eta_{\text{с}}} \left(\frac{R_{\text{п}}}{\eta_{\text{п}}} - r_{\text{заз}}^{\text{д}} \right). \quad (8)$$

Дробные значения n округляем до большего целого числа.

Полученные данные используем для измерения сопротивления модели системы заземления ЭУ.

10. Тумблер В 4 установить в положение $R_{\text{заз}}$. Тумблеры Т 1...Т 11 выключить.

11. Переключателем В 5 установить шкалу омметра 0...400 Ом и ручкой «Коррекция омметра» стрелку омметра установить на отметку 200 Ом. ВНИМАНИЕ!!! При дальнейших измерениях положение ручки «Коррекция омметра» остается фиксированным.

12. Включением тумблера Т 1 подключить к омметру сопротивление полосы связи.

13. Нажать кнопку «Измерение» и отдельной ручкой «Коррекция сопротивления полосы связи» на шкале омметра установить значение $\frac{R_{\text{п}}}{\eta_{\text{п}}}$ α , где $\alpha=2,5$ — коэффициент модели.

14. Включить тумблер Т 1.

15. В зависимости от величины $\frac{R_0}{\eta_{\text{с}}}$ α , где $\alpha=2,5$, переключателем В 5 установить необходимый диапазон шкалы омметра (20, 200 или 400 Ом). ВНИМАНИЕ!!! Установка сопротивления $\frac{R_0}{\eta_{\text{с}}}$ α на шкале омметра производится ручками «Коррекция сопротивления заземлителей».

16. Тумблером Т 2 подключить к омметру первый одиночный заземлитель. Нажать кнопку «Измерение» и ручкой «Коррекция» только для этого заземлителя на шкале омметра установить рассчитанное значение $\frac{R_0}{\eta_{\text{с}}}$ α .

17. После установки на шкале омметра значения $\frac{R_0}{\eta_c}$ а тумблер Т 2 выключить.

18. Последовательно тумблерами Т 3, Т 4...Т_n подключать к омметру одиночные трубчатые заземлители, выполняя операции п. 16 и п. 17.

19. Пользуясь тумблерами Т1, Т2...Т_n, одновременно подключить к омметру сопротивления полосы связи и всех n одиночных заземлителей.

20. Нажав кнопку «Измерение», произвести замер сопротивления всей системы защитного заземления ЭУ ($R_{\text{ззз}}^{\text{изм}}$), Ом.

21. Определить расчетную величину сопротивления системы защитного заземления ЭУ, Ом.

$$R_{\text{ззз}}^{\text{расч}} = \frac{R_0 R_n}{R_0 \eta_n + R_n \eta_c n}. \quad (9)$$

22. Сравнить допустимое, измеренное и рассчитанное значения сопротивлений защитного заземления ЭУ ($R_{\text{ззз}}^{\text{изм}}$ предварительно необходимо разделить на коэффициент модели $\alpha=2,5$). При необходимости количество заземлителей корректируется (проводится повторный расчет необходимого количества одиночных заземлителей n) для выполнения нормативного требования $R_{\text{ззз}}^{\text{изм}} < R_{\text{ззз}}^{\text{доп}}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

«УТВЕРЖДАЮ»

Форма Н-1

Руководитель предприятия

Направляется по одному экз.: пострадавшему, начальнику цеха, начальнику отдела охраны труда (бюро), инженеру (специалисту, исполняющему его обязанности), техническому инспектору труда

_____ (подпись, расшифровка подписи)

_____ (дата)

Печать предприятия

АКТ №

о несчастном случае на производстве
(составляется в 4 экземплярах)

Коды

1. Министерство, ведомство _____
2. Наименование предприятия _____
 - 2.1. Адрес предприятия:
республика, край, область _____
город, улица, № дома _____
 - 2.2. Цех, участок, место, где произошел несчастный случай _____
3. Предприятие, направившее работника _____

(наименование, адрес, министерство, ведомство)
4. Фамилия, имя, отчество пострадавшего _____
5. Пол: мужской, женский (подчеркнуть)
6. Возраст (указать число полных лет) _____
7. Профессия, должность _____
разряд, класс _____
8. Стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
9. Инструктаж, обучение по безопасности труда _____
(дата проведения)
 - 9.1. Инструктаж вводный _____
 - 9.2. Обучение по профессии _____

9.3. Первичный (повторный) инструктаж _____

9.4. Проверка знаний _____

10. Дата и время несчастного случая _____
(число, месяц, год)

(количество полных часов от начала работы)

11. Обстоятельства несчастного случая: _____

11.1. Вид происшествия _____

11.2. Причины _____

11.3. Оборудование, являющееся причинителем травмы _____

(наименование, тип, марка, год выпуска, предприятие-изготовитель)

11.4. Нахождение пострадавшего в состоянии опьянения _____

12. Мероприятия по устранению причин несчастного случая _____

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения	Исполнитель	Отметка о выполнении

13. Лица, допустившие нарушения законодательства о труде и
правил по охране труда _____

(статьи, параграфы, пункты законоположений,

нормативных документов, нарушенных ими)

13.1. Предприятие, работниками которого являются данные
лица _____

14. Очевидцы несчастного случая _____

Акт составлен _____
(число, месяц, год)

Начальник цеха (главный специалист предприятия) _____

(подпись, расшифровка подписи)

Начальник отдела (бюро, инженер, специалист, исполняющий
его обязанности) охраны труда _____
(подпись, расшифровка подписи)

Старший общественный инспектор по охране труда _____

(подпись, расшифровка подписи)

15. Последствия несчастного случая:

15.1. Продолжительность выполнения более легкой работы
при переводе _____
Сумма доплат до прежнего заработка при переводе (руб.) _____

15.2. Диагноз по листку нетрудоспособности или справке ле-
чебного учреждения _____

Освобожден от работы с „____“ _____ 19 г. по „____“
_____ 19 г.

Продолжительность временной нетрудоспособности _____

(в рабочих днях)

Выплачено по листку нетрудоспособности (руб.) _____

15.3. Исход несчастного случая _____
(пострадавший переведен на легкую

работу, выздоровел, установлена инвалидность I, II, III группы, умер)

15.4. Стоимость испорченного оборудования и инструмента
(руб.) _____

15.5. Стоимость разрушенных зданий, сооружений (руб.) _____

15.6. Суммарный ущерб (руб.) _____
(сумма строк 15.1, 15.2, 15.4, 15.5)

Начальник цеха _____
(подпись, расшифровка подписи)

„____“ _____
дата

Бухгалтер цеха _____
(подпись, расшифровка подписи)

„____“ _____
дата

Пояснения к заполнению акта ф. Н-1

Акт состоит из текстовой и кодовой частей, которые заполняются в соответствии с общепринятыми (установленными) терминами, общесоюзными и специально разработанными классификаторами. Кодирование проводит студент. Текстовая часть заполняется обязательно даже при отсутствии кода.

п. 1. Не кодируется;

п. 2. Не кодируется;

п. 2.1. Территория — не кодируется;

п. 2.2. Название цеха, участка должно приводится в соответствии с утвержденным перечнем структурных подразделений предприятия. Не кодируется;

п. 3. Не кодируется;

п. 5. Пол кодируется: 1 — мужчина; 2 — женщина;

п. 6. Указывается и кодируется число полных лет, исполнившихся пострадавшему на момент происшедшего с ним несчастного случая: 35 лет — 35;

п. 7. Профессия (должность) не кодируется;

Если у пострадавшего несколько профессий, то указывается та, при работе по которой произошел несчастный случай;

п. 8. Указывается число полных лет стажа работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: 20 лет — 20;

Если стаж меньше года, то в текстовой части указывается число месяцев (дней), а кодируется 00: 9 мес. 2 дня — 00;

п. 9 заполняется в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79 ССБТ «Организация обучения работающих безопасности труда».

п. 10. Месяц кодируется его порядковым номером в году, год — двумя последними цифрами: например, 6 мая 1989 г. кодируется 0 6 0 5 8 9;

Во второй строке следует указать и закодировать, через сколько полных часов с начала работы (смены) с пострадавшим произошел несчастный случай: 11 ч. — 11;

п. 11. При описании обстоятельств несчастного случая следует дать краткую характеристику условий труда и действий пострадавшего, изложить последовательность событий, предшествующих несчастному случаю, описать, как протекал процесс труда, указать, кто руководил работой или организовывал ее;

п. 11.1. Заполняется и кодируется в соответствии с прилагаемым классификатором (см. классификатор «Вид происшествий, приведшего к несчастному случаю»);

п. 11.2. Указывается и кодируется до двух причин несчастного случая в соответствии с прилагаемым классификатором — основная (кодируется первой) и сопутствующая (см. классификатор «Причины несчастного случая»).

Другие причины вносятся только в акт текстом и не кодируются;

п. 11.3. Оборудование не кодируется. При этом название оборудования в текстовой части должно приводиться полностью без сокращения;

п. 11.4. В случае нахождения пострадавшего в состоянии опьянения кодируется 1;

п. 12. Следует указывать каждое мероприятие отдельно. Не следует вносить в данный пункт наложение взыскания;

п. 13. Указываются лица, допустившие нарушения законодательства о труде и правил по охране труда, действия или бездействия которых стали основной или сопутствующей причиной несчастного случая (в соответствии с п. 11.2);

п. 13.1. Указывается до двух предприятий, работниками которых являются лица, допустившие нарушения законодательства о труде и правил по охране труда.

В случае, если нарушение допустило частное лицо, то оно указывается только в текстовой части.

Если количество предприятий более двух, то остальные в акт вносятся только текстом и не кодируются;

п. 15.1. Сумма доплат кодируется количеством рублей;

п. 15.2. Текстовая часть заполняется в строгом соответствии с записью в листке нетрудоспособности или в справке лечебного учреждения и не кодируется.

Продолжительность временной нетрудоспособности кодируется количеством рабочих дней.

Выплата по листку нетрудоспособности кодируется количеством рублей.

п. 15.3. Кодирование в соответствии с прилагаемым классификатором (см. классификатор «Исход несчастного случая»);

п. 15.4; п. 15.5; п. 15.6 кодируются количеством рублей.

КЛАССИФИКАТОРЫ

Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю (А)

Код

- 01 Дорожно-транспортное происшествие
в том числе:
- 02 в пути на работу или с работы на транспорте предприятия;
- 03 на общественном транспорте;
- 04 в личном транспорте.
- 05 Падение пострадавшего с высоты.
- 06 Падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли
и т. д.
- 07 Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся
предметов и деталей.
- 08 Поражение электрическим током.
- 09 Воздействие экстремальных температур.
- 10 Воздействие вредных веществ.
- 11 Воздействие ионизирующих излучений.
- 12 Физические перегрузки.
- 13 Нервно-психические перегрузки.
- 14 Повреждения в результате контакта с животными и насеко-
мыми.
- 15 Утопление.
- 16 Преднамеренное убийство.
- 17 Повреждения при стихийных бедствиях.
- 18 Виды происшествий, кроме перечисленных, характерных для
отрасли (указать).
- 19 Прочие.

Причины несчастного случая (Б)

- 01 Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная
надежность машин, механизмов, оборудования.
- 02 Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования.
- 03 Несовершенство технологического процесса.
- 04 Нарушение технологического процесса.
- 05 Нарушение требований безопасности при эксплуатации транс-
портных средств.
- 06 Нарушение правил дорожного движения.
- 07 Неудовлетворительная организация производства работ.
- 08 Неудовлетворительное содержание и недостатки в организа-
ции рабочих мест.
- 09 Неудовлетворительное техническое состояние зданий, соору-
жений, территории.
- 10 Недостатки в обучении безопасным приемам труда.

- 11 Неприменение средств индивидуальной защиты
в том числе:
- 12 из-за необеспеченности ими.
- 13 Неприменение средств коллективной защиты
в том числе:
- 14 от воздействия механических факторов;
- 15 от поражения электрическим током;
- 16 от воздействия химических и биологических факторов;
- 17 от экстремальных температур;
- 18 от повышения уровней излучений (ионизирующего, инфракрасного, электромагнитного, лазерного и т. д.).
- 19 Нарушение трудовой и производственной дисциплины.
- 20 Использование работающего не по специальности.
- 21 Прочие.

Исход несчастного случая

- 01 Пострадавший переведен на легкую работу.
- 02 Выздоровел.
- 03 Установлена инвалидность I группы.
- 04 Установлена инвалидность II группы.
- 05 Установлена инвалидность III группы.
- 06 Умер.

**Выписки из актов о несчастных случаях
п. 11(а) и п. 15.2(б)**

1а (п. 11). У водителя автомашины, оборудованной для перевозки людей, С. на трассе при перевозке сотрудников экспедиции ЛГМИ произошло столкновение со встречной машиной, транспортировавшей на треллере негабаритный груз, который выходил за осевую линию дороги. На встречной машине предупредительных сигналов, предусмотренных правилами дорожного движения, не было. Экспертиза ГАИ определила наличие алкоголя в крови у водителя встречной машины — 0,5‰, у водителя С. — 0,3‰*. Сотрудники экспедиции не пострадали. Ответственный за перевозку — начальник партии К.

1б (п. 15.2). Ушиб грудной клетки. Освобожден от работы с 15.01.92г. на 1—52**; 2—31; 3—44; 4—35; 5—21; 6—29; 7—48; 8—21; 9—36; 10—26.

2а. При выгрузке на припайный лед оборудования для антарктической станции с экспедиционного судна на прицеп тягача (ГТТ) водитель С., находившийся в ГТТ, провалился под лед. С., открыв дверцу ГТТ, выплыл и был поднят на судно. Ответственным за погрузо-разгрузочные работы был назначен зам. начальника станции по АХЧ П.

2б. Перелом голени левой ноги. Освобожден от работы с 4.01.92 г. на 1—53; 2—71; 3—48; 4—85; 5—76; 6—66; 7—74; 8—59; 9—81; 10—69.

3а. Перед началом проверки метеорологических приборов, установленных на высотной мачте, метеоролог С. отключил автоматический пускатель АП-50, подающий напряжение (~220 В) на приборы. Поднявшись на высотную мачту (5 м) и приступив к работе, С. попал под напряжение 220 В и был поражен электротоком. От этого же АП-50 запитывались другие приборы на ГМС. Не зная, что С. работает на мачте, Л. включил АП-50, что привело к подаче напряжения на приборы, установленные на мачте. Ответственный за ремонтные работы К. находился у мачты.

3б. Сильный ожог правой ладони. Освобожден от работы с 6.02.92 г. на 1—18; 2—25; 3—21; 4—33; 5—15; 6—18; 7—29; 8—31; 9—19; 10—10.

4а. При проведении маршрутных снегомерных съемок в горном районе при ясной солнечной погоде С. почувствовал резь в глазах. Работами руководил начальник отряда К.

4б. Офтальмия (снежная слепота). Освобожден от работы с 16.04.92 г. на 1—10; 2—12; 3—16; 4—11; 5—24; 6—17; 7—21; 8—14; 9—8; 10—7.

* Критерии оценки степени опьянения в прил. 7.

** 1—52 расшифровывается: 1 — номер варианта, 52 — число рабочих дней нетрудоспособности пострадавшего.

5 а. При подготовке к заполнению водородом радиозонда, пытаясь отвинтить (снять) колпак с баллона, М. ударила по ключу, надетому на гайку колпака, что вызвало мгновенное возгорание смеси газа, находившегося под колпаком. Работой по наполнению радиозондов руководила старший аэролог смены О.

5 б. Ожог II степени лица и кистей рук. Освобождена от работы с 15.04.92 г. на 1—50; 2—49; 3—68; 4—51; 5—61; 6—45; 7—54; 8—60; 9—57; 10—35.

6 а. При благоприятной погоде для проведения снегомерных работ в горах (и прогнозе на двое суток) вблизи снегопункта № 3 в 15 ч. 20 мин. руководитель группы С. оступилась, упала навзничь и провалилась в неглубокую (2 м) ледяную трещину. При падении правым боком ударилась о выступы горной породы. Распоряжение на выход группы в горы дал начальник ГМС М., он же отвечал за связь с группой на маршруте.

6 б. Трещина нижнего правого ребра. Освобождена от работы с 04.04.92 г. на 1—26; 2—15; 3—29; 4—21; 5—24; 6—28; 7—31; 8—20; 9—17; 10—18.

7 а. При следовании на работу пешком по обочине железнодорожного полотна головной маршрутной группы Ф. не остановился при появлении из-за поворота рабочего поезда, следовавшего в направлении движения группы, так как не увидел и не услышал его приближения (в этот момент проходил встречный состав). Ф. вскользь был задет выступавшей частью состава за плечо левой руки и упал на пологий откос полотна. Обязанности руководителя группы при следовании к месту работы исполнял зам. нач. экспедиции РГГМИ М.

7 б. Перелом левого локтевого сустава. Освобожден от работы с 2.05.92 г. на 1—112; 2—124; 3—110; 4—95; 5—114; 6—118; 7—121; 8—115; 9—107; 10—105.

8 а. При погрузке бочек с горючим на прицеп трактора для доставки к дизельному блоку полярной станции океанолог Ш. надорвался, так как один поднимал бочки весом 150 кг. Работой руководил зам. начальника П. С. П.

8 б. Перенапряжение мышц спинного пояса. Освобожден от работы с 16.06.92 г. на 1—21; 2—18; 3—16; 4—29; 5—24; 6—15; 7—20; 8—25; 9—19; 10—13.

9 а. При нормальных погодных условиях в 5 км от Полярной станции при переходе через широкую трещину в ледяном покрове в период подготовки к наблюдениям за толщиной плавучего льда на заливе океанолог С. не удержал равновесия при опоре на багор и провалился в воду с температурой 2°. Гидрометеорологическими работами на акватории залива руководил начальник партии П.

9 б. Ушиб колена, пневмония. Освобожден от работы с 17.06.92 г. на 1—26; 2—31; 3—21; 4—28; 5—36; 6—25; 7—30; 8—42; 9—37; 10—37.

10 а. При нормальных погодных условиях (скорость ветра 5 м/с, скорость течения 1,5 м/с, хорошая видимость) П. проводил гидрометрические работы на реке с весельной лодки. При подъеме ручной лебедкой груза гидрометрической вертушки оступился, задел рукой о борт лодки и упал в воду. Гидрометрическими работами на лодке руководил начальник отдела гидрологии ГМО Н.

10 б. Вывих правого предплечья. Освобожден от работы с 3.07.92 г. на 1—31; 2—16; 3—42; 4—28; 5—36; 6—19; 7—21; 8—39; 9—36; 10—23.

11 а. При благоприятных условиях погоды в период проведения экспедиционных работ в пустыне в 200 м от базового лагеря в рабочее время (местное) гидрогеолога П. за ступню правой ноги укусил скорпион. Руководил работой начальник партии М.

11 б. Отравление. Освобожден от работы с 9.08.92 г. на 1—27; 2—21; 3—31; 4—29; 5—24; 6—19; 7—25; 8—28; 9—20; 10—18.

12 а. При проведении анализов загрязненной почвы в химической лаборатории ГМО вышла из строя система вытяжной вентиляции. Однако анализы с использованием четыреххлористого углерода, несмотря на его токсичность, были продолжены. Инженер-химик К. потеряла сознание. Ответственный за работу в химлаборатории ГМО — зав. лабораторией Я.

12 б. Отравление токсичным газом. Освобождена от работы с 11.08.92 г. на 1—34; 2—25; 3—28; 4—31; 5—21; 6—41; 7—27; 8—39; 9—35; 10—29.

13 а. При измерении расходов воды в горной реке с подвешного гидрометрического мостика средний пролет его неожиданно рухнул, гидролог П. упал в реку. За техническое состояние гидрометсооружений отвечал начальник ГМС.

13 б. Перелом костей правого бедра. Освобожден от работы с 12.08.92 г. на 1—41; 2—49; 3—50; 4—38; 5—48; 6—51; 7—44; 8—46; 9—53; 10—55.

14 а. Во время промеров глубины реки вброд гидрометрической штангой длиной 3 м К. получил поражение дуговым разрядом электротока. Над створом проходит высоковольтная линия электропередачи (ЛЭП) напряжением 110 кВ. В период проведения измерений внезапно начался сильный дождь, продолжавшийся 3 ч. Промерными работами руководил зам. начальника ГМС П.

14 б. Ожог кистей рук I степени. Освобожден от работы с 9.09.92 г. на 1—58; 2—49; 3—51; 4—55; 5—43; 6—47; 7—53; 8—46; 9—50; 10—44.

15 а. В газогенераторном помещении ГМО, оборудованном в соответствии с требованиями ТБ, при добывании водорода на газогенераторе АВГ-45, прошедшем своевременно гидравлические испытания, К. получила ожоги лица и глаз. Водород с газообразующей смесью под давлением попал в лицо К. через сработавший предохранительный клапан, укомплектованный нестандарт-

ной предохранительной пластиной. Руководил работами по газодобыыванию аэролог ГМО В.

15б. Химический ожог лица и глаз II степени. Освобождена от работы с 2.10.92 г. на 1—31; 2—35; 3—29; 4—21; 5—30; 6—28; 7—34; 8—37; 9—23; 10—26.

16а. При гляциологических работах в горах экспедиция РГГМИ попала в снежную лавину, которая образовалась в связи с землетрясением силой 3 балла. Метеоролога С. откопали из-под снега через 1ч после начала схода снежной лавины (в 11ч по местному времени). Ответственным за Т.Б. экспедиции приказом ректора был назначен зам. начальника экспедиции С.

16б. Ушиб грудной клетки, перелом левого запястья. Освобожден от работы с 16.10.92 г. на 1—39; 2—31; 3—35; 4—27; 5—33; 6—38; 7—29; 8—20; 9—36; 10—30.

17а. При подъеме буйковой станции на борт экспедиционного судна океанолога К., управлявшего электрической лебедкой, ударило по лицу и плечу разорвавшимся тросом. Грузоподъемными работами руководил вахтенный помощник капитана С.

17б. Неглубокие рваные раны на шее и лице. Освобожден от работы с 3.11.92 г. на 1—41; 2—33; 3—39; 4—29; 5—31; 6—38; 7—25; 8—21; 9—38; 10—36.

18а. В отапливаемом помещении ГМО в момент открытия крышки термостата для прогрева оболочек аэрозондов аэролог С. одной рукой коснулся корпуса термостата, а другой — батареи водяного отопления и был поражен электрическим током. Термостат работал от сети переменного тока напряжением 220 В. Работой по подготовке оболочек руководил Н.

18б. Шок от воздействия электротока высокого напряжения. Освобожден от работы с 1.12.92 г. на 1—34; 2—30; 3—26; 4—33; 5—37; 6—31; 7—27; 8—29; 9—37; 10—25.

19а. При производстве рейдовых гидрометрических работ в условиях нормальной погоды и волнения водоема в момент запуска навесного лодочного мотора разлетелся на части пусковой маховик мотора, осколок маховика ударил гидролога С. в правый глаз. Работами руководил старший измерительной партии П.

19б. Кровоизлияние правого глаза. Освобожден от работы с 7.03.92 г. на 1—35; 2—28; 3—25; 4—30; 5—39; 6—29; 7—43; 8—36; 9—27; 10—33.

20а. В условиях полярной ночи на Антарктической гидрометеорологической станции в условиях плохой погоды (пурга, низкая температура воздуха) при выходе из служебного помещения на участок для снегосъемок метеоролог С. заблудился и обморозил лицо и ноги. Экспертиза определила наличие алкоголя в крови у С. — 1,1‰. Ответственным на ТБ на АГМС назначен инженер П.

20б. Обморожение II степени лица и ступней ног. Освобожден от работы с 6.12.92 г. на 1—34; 2—31; 3—36; 4—28; 5—41; 6—39; 7—30; 8—24; 9—29; 10—21.

Сведения о предприятии
(Варианты 1—10)

1. а) среднесписочное число работающих — 1950 человек.
б) количество травм по годам: 1988 — 16; 1989 — 20; 1990 — 12; 1991 — 10; 1992 —
в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 640; 1989 — 900; 1990 — 384; 1991 — 720; 1992 —
г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 7; 1989 — 10; 1990 — 12; 1991 — 15; 1992 — 15 руб.
2. а) среднесписочное число работающих — 1605 человек.
б) количество травм по годам: 1988 — 26, 1989 — 15, 1990 — 18, 1991 — 20, 1992 —
в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 780, 1989 — 980, 1990 — 584, 1991 — 820, 1992 —
г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 10, 1989 — 9, 1990 — 12, 1991 — 13, 1992 — 14 руб.
3. а) среднесписочное число работающих — 2150 человек.
б) количество травм по годам: 1988 — 31, 1989 — 24, 1990 — 26, 1991 — 17, 1992 —
в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 815, 1989 — 710, 1990 — 980, 1991 — 723, 1992 —
г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 8, 1989 — 10, 1990 — 10, 1991 — 12, 1992 — 12 руб.
4. а) среднесписочное число работающих — 3110 человек.
б) количество травм по годам: 1988 — 42, 1989 — 51, 1990 — 39, 1991 — 27, 1992 —
в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 1200, 1989 — 1012, 1990 — 996, 1991 — 1111, 1992 —
г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 6, 1989 — 6, 1990 — 8, 1991 — 10, 1992 — 12 руб.
5. а) среднесписочное число работающих — 4121 человек.
б) количество травм по годам: 1988 — 51, 1989 — 46, 1990 — 45, 1991 — 59, 1992 —
в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 1412, 1989 — 1361, 1990 — 1511, 1991 — 1396, 1992 —
г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 5, 1989 — 7, 1990 — 7, 1991 — 9, 1992 — 10 руб.
6. а) среднесписочное число работающих — 2510 человек.

- б) количество травм по годам: 1988 — 29, 1989 — 36, 1990 — 46, 1991 — 40, 1992 —
- в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 1119, 1989 — 1124, 1990 — 1021, 1991 — 1230, 1992 —
- г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 7, 1989 — 7, 1990 — 10, 1991 — 10, 1992 — 12 руб.
- 7.а) среднесписочное число работающих — 3326 человек.
- б) количество травм по годам: 1988 — 36, 1989 — 29, 1990 — 35, 1991 — 31, 1992 —
- в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 1051, 1989 — 1146, 1990 — 1240, 1991 — 1148, 1992 —
- г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 4, 1989 — 6, 1990 — 6, 1991 — 8, 1992 — 9 руб.
- 8.а) среднесписочное число работающих — 3716 человек.
- б) количество травм по годам: 1988 — 41, 1989 — 36, 1990 — 49, 1991 — 49, 1992 —
- в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 1157, 1989 — 1251, 1990 — 1149, 1991 — 1149, 1992 —
- г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 5, 1989 — 7, 1990 — 7, 1991 — 8, 1992 — 11 руб.
- 9.а) среднесписочное число работающих — 3012 человек.
- б) количество травм по годам: 1988 — 31, 1989 — 40, 1990 — 38, 1991 — 42, 1992 —
- в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 950, 1989 — 1010, 1990 — 915, 1991 — 999, 1992 —
- г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 6, 1989 — 8, 1990 — 8, 1991 — 9, 1992 — 10 руб.
- 10.а) среднесписочное число работающих — 2776 человек.
- б) количество травм по годам: 1988 — 36, 1989 — 29, 1990 — 40, 1991 — 33, 1992 —
- в) количество дней нетрудоспособности по годам: 1988 — 1029, 1989 — 986, 1990 — 1115, 1991 — 950, 1992 —
- г) средняя дневная зарплата пострадавшего по годам: 1988 — 5, 1989 — 7, 1990 — 7, 1991 — 7, 1992 — 10 руб.

Мероприятия по устранению причин несчастного случая (п. 12 акта Н-1)

Организационные (а)

- Провести повторный инструктаж рабочих.
- Провести курсовое обучение рабочих.
- Привлечь к ответственности:
 - административно-технический персонал;
 - рабочих.
- Провести собрание.
- Издать распоряжения, приказы.

Материально-технические (б)

- Привести в соответствие с требованиями рабочие места, проходы.
- Выдать индивидуальные защитные средства.
- Выдать приспособления и инструмент.
- Провести механизацию тяжелых и опасных работ.
- Установить защитные ограждения, блокировки, сигнализацию.
- Принять противопожарные меры.
- Привести помещения в соответствие с промышленно-санитарными нормами.
- Провести усовершенствование:
 - приспособлений и инструмента;
 - технологического оборудования;
 - технологии производства;
 - ограждений, предохранительных устройств;
 - прочего оборудования и инвентаря;
 - произвести ремонт (наладку) оборудования, сигнализации.

Критерии оценки степени опьянения

Доза спиртного напитка	Содержание спирта в крови, ‰	Функциональная оценка (состояние)
Кружка пива	Менее 0,2 0,2—0,3 0,3—0,4	В пределах физиологической нормы Проверяемый практически трезв Небольшое нарушение точных движений, внимания, восприятия
50 г вина	0,5—0,9	Слабое опьянение — утомляемость, нарушение координации, поверхност- ная оценка, легкомысленные поступки
100 г водки	1,0—1,9	Опьянение средней степени, нару- шение оценки ситуации, нечеткая координация, нечеткая речь, шаткая походка, нарушение ориентировки, психических функций, иногда сонли- вость
200 г водки	2,0—2,9	Сильное опьянение, неспособность к целенаправленным трудовым дей- ствиям, невозможность удержаться на ногах, снижение болевой чувстви- тельности, возможен смертельный исход
Более 250 г водки	3,0—5,0 Более 5,0	Острое отравление алкоголем, опас- ное для жизни состояние Обычно наступает смерть

‰ (промилле) — 1 г спирта на 1 кг крови.

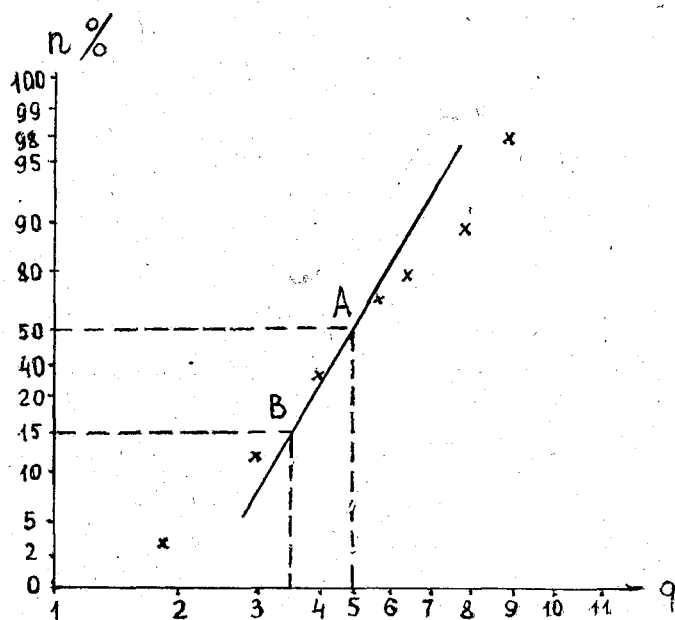


Рис. 8. Образец примера расчета $q_{\text{макс}}$ по данным рис. 2 в координатной сетке с логарифмически нормальным распределением зарядов в импульсных разрядах

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Минимальная энергия, необходимая для воспламенения некоторых паров и газозвоздушных смесей (мДж).

Аммиак	6,8	Бензин	0,15
Ацетальдегид	0,376	Бензол	0,2
Ацетилен	0,011	Винилацетат	1,2
Ацетон	0,25	Водород	0,011
Диэтиловый эфир	0,19	Пропан	0,26
Изопропиловый спирт	0,65	Сероводород	0,077
Керосин	0,48	Сероуглерод	0,009
Метан	0,28	Этан	0,24
Метиловый спирт	0,14	Этилацетат	0,48
Оксись углерода	8,0	Этиловый спирт	0,14
		Этилен	0,096

Минимальная энергия, необходимая для воспламенения некоторых пылевоздушных смесей (мДж).

Алюминий	200	Пресспорошок К-19-2	3,9
Бакелит	10	Резина	30
Древесная мука	20	Сера	9
Казеин	60	Пшеничная мука	11,5
Канифоль	10	Уголь	40
Каучук искусственный	30	Фенацетин	3,3
Крахмал	40	Фенольные смолы	10
Магний	15	Фталевый ангидрид	2,3
Полистирол		Хлопковый пух	10
эмульсионный	1,8	Эбонит	50
Полиэтилен	80	Цинк	100
Полихлорвиниловая смола	160		

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЛЮКСМЕТРА Ю-116

Переносной фотоэлектрический люксметр Ю-116 общепромышленного назначения применяется для контроля освещенности, а также для ряда исследований.

Технические данные

Диапазон измерений и общий номинальный коэффициент ослабления применяемых двух насадок приведены в таблице.

Диапазон измерений, лк			
Основной	Неосновной		
	с насадками		
	КМ	КР	КТ
Без насадок с открытым фотоэлементом			
5—30 20—100	50—300 200—1000	500—3000 2000—10000	5000—30000 20000—100000

Примечание: КМ, КР, КТ — условное обозначение совместно применяемых насадок для создания общего номинального коэффициента ослабления 10, 100, 1000 соответственно.

Шкалы прибора неравномерные, градуированы в люксах: одна шкала имеет 100 делений, вторая 30 делений.

Отметка «5» шкалы 0—30 и отметка «20» шкалы 0—100, соответствующие начальным значениям диапазонов измерений, отмечены точками.

Устройство и работа Ю-116

Люксметр состоит из измерителя и отдельного фотоэлемента.

На передней шкале измерителя имеются кнопки переключателя и табличка со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок с диапазонами измерений, приведенных в табл. 1.

Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение и две шкалы: 0—100 и 0—30 лк.

На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка для присоединения селенового фотоэлемента.

Для уменьшения косинусной погрешности измерений применяется насадка К, состоящая из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка применяется

не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок, обозначенных буквами М, Р и Т, нанесенными на их внутреннюю сторону.

Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой К образует три поглотителя с номинальным «коэффициентом» ослабления 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазона измерений.

Для подготовки к измерению установите измеритель Ю-116 в ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ положение. Проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы, для чего фотоэлемент отсоедините от измерителя люксметра. При необходимости установите корректором стрелку прибора в нулевое положение.

Порядок отсчета значения измеряемой освещенности следующий: против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без насадок) **НАИБОЛЬШЕЕ** значение диапазонов измерений. При нажатой ПРАВОЙ кнопке следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0—100. При нажатой ЛЕВОЙ кнопке следует пользоваться шкалой 0—30.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРА В ДЕЛЕНИЯХ ПО СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ШКАЛЕ УМНОЖАЮТ НА КОЭФФИЦИЕНТ ОСЛАБЛЕНИЯ, зависящий от применяемых насадок и указанный в примечании к табл. 1, а также на внутренних сторонах насадок М, Р и Т.

Например, на фотоэлементе установлены насадки К и Р, нажатая левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0—30. Измеряемая освещенность равна $10 \cdot 100 = 1000$ лк.

ЕСЛИ ВЕЛИЧИНА ИЗМЕРЯЕМОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ НЕИЗВЕСТНА, НАЧИНАЙТЕ ИЗМЕРЕНИЕ С УСТАНОВКИ НА ФОТОЭЛЕМЕНТ НАСАДОК К И Т!

Если при насадках К и М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до пяти делений по шкале 0—30, измерения производите **БЕЗ НАСАДОК**.

При определении освещенности фотоэлемент устанавливайте **ГОРИЗОНТАЛЬНО** на рабочих местах, а отсчет по измерителю, также расположенному горизонтально, производите на некотором расстоянии от фотоэлемента, чтобы **ТЕНЬ ОТ ПРОВОДЯЩЕГО ИЗМЕРЕНИЯ НЕ ПОПАДАЛА НА ФОТОЭЛЕМЕНТ**.

По окончании измерения: отсоедините фотоэлемент от измерителя Ю-116; **НАДЕНЬТЕ НА ФОТОЭЛЕМЕНТ НАСАДКУ Т**; уложите фотоэлемент в крышку футляра.

**Нормы наименьшей освещенности рабочих поверхностей
(из СНиП 11—4—79)**

Разряд зритель- ной работы	Точность зрительной работы	Наименьший размер объектов различения, мм	Искусственное освещение		Естественное освещение *	
			Е, лк		КЕО, %	
			Комбини- рованное	Общее	При боковом освещении	При комби- нированном освещении
1	2	3	4	5	6	7
1	Наивысшая	Менее 0,15	1500—5000	450—1500	3,5	10
2	Очень высокая	0,15—0,30	1000—4000	300—1250	2,5	7
3	Высокая	0,30—0,50	400—2000	200—500	2,0	5
4	Средняя	0,50—1,00	300—750	150—300	1,5	4
5	Малая	1,00—5,00	200—300	100—200	1,0	3
6	Очень малая	Более 5,0		100	0,5	2

* Те же требования и для совмещенного освещения.

Инструкция по пользованию шумомером PS-1202 (ГДР)

Шумомер предназначен для измерения уровня звукового давления в диапазоне от 20 до 140 дБ при частотных границах от 20 до 12 500 Гц при включении в сеть ~ 220 В.

Корректирующая частотная характеристика «А», используемая в работе, позволяет приблизиться к субъективным ощущениям громкости и примерно соответствует чувствительности органа слуха при равной громкости.

При измерениях в условиях производства в основном регистрируется лишь общий уровень шума в дБ на частотной характеристике «А» без применения фильтров, которые служат для измерения шума в октавных полосах.

Прибор включается центральным переключателем рода работы (3) путем вращения вправо в положение «Langsam» (медленно) и устанавливается заостренным концом на индексе «А»*.

Через некоторое время начинает периодически мерцать лампочка тлеющего разряда, помещенная над переключателем. Стрелка указателя при включении отклоняется и возвращается в исходное положение после прогрева прибора.

Перед началом измерений корректором (4) стрелка устанавливается в положение «0» на верхней шкале, а переключатель фильтров (5) — в центральное положение.

Перед началом измерений переключатели диапазонов уровня звукового давления «Bereich-1» (1) и «Bereich-2» (2) установите без усилий в крайнее левое положение — в смотровом окне при этом появится индекс (▼) «черный треугольник».

Присоедините штеккер микрофона к гнезду (6) на корпусе прибора.

Прибор готов к началу измерений.

При легком повороте переключателя (1) вправо в смотровом окне появятся цифры 130...70 дБ. При уровне звукового давления меньшем 70 дБ поворотом вправо включается переключатель (2), в смотровом окне появятся цифры 60...20 дБ.

Результат измерения получается как алгебраическая сумма показаний числа (дБ) в смотровом окне и значения, отсчитываемого стрелочным указателем.

Внимание! Постоянно следите за правильной последовательностью ввода в действие переключателей (1) и (2).

* Цифровая маркировка на панели прибора.

Допустимые уровни звукового давления (ГОСТ 12.1.003-76)

Рабочее место	Уровень звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	дБА
1. Помещения для конструкторских работ, расчетчиков, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических работ и обработке экспериментальных данных	70	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	53	55	52	50	49	60
3. Кабины наблюдений дистанционного управления:									
а) без речевой связи, по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
б) с речевой связью, по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Машинописное бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
5. Лаборатории для проведения экспериментальных работ, для размещения агрегатов вычислительных машин	94	87	82	78	75	73	71	70	80
6. Рабочие места с повышенным уровнем шума и требующие осуществления специальных мероприятий по снижению шума	103	96	91*	88	85	83	81	80	90
7. Машинные отделения судов	99	92	86	83	80	78	76	74	85
8. Грузовой автотранспорт, тракторы, рабочие места водителя и обслуживающего персонала	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Техническое описание

измерителя вибрационной чувствительности ИВЧ-02
(нумерация органов управления приведена на панели прибора)

ИВЧ-02 — это электромеханический прибор (I), генерирующий механические колебания вибрирующей площадки (датчика) электродинамической приставки (II) на фиксированных частотах от 500 до 16 Гц.

Порядок подготовки прибора к работе

Вставить вилку сетевого шнура в розетку (~ 220 В). Тумблер «СЕТЬ» (9) установить в положение утопленной зеленой точки (включенное положение). При этом должна загореться сигнальная лампа (10). Прогреть прибор в течение 5 мин. Для проверки калибровки стрелочного индикатора (1) переключатели (2) и (3) ставят в положение «К». При этом стрелка индикатора (1) должна установиться против красной метки на его шкале. Если она отклоняется, то шлицем в гнезде на задней панели стрелку устанавливают в положение «К».

Исследования нужно проводить в помещении с температурой воздуха около 20°C . Непосредственно перед измерением обследуемый должен находиться в покое не менее 5—10 мин.

Последовательность проведения измерений порогов чувствительности рук человека см. в разделе «Порядок выполнения работы».

**Гигиенические нормы вибрации, воздействующей на человека
в производственных условиях (ГОСТ 12.1.012-78)**

Виды вибрации	Направления, по которым нормируется вибрация	Среднеквадратичное значение виброскорости (м/с) 10 ⁻² , не более								
		Логарифмические уровни виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
		1	2	4	8	16	31,5	63	125	250
Общая вибрация: транспортная	Вертикальная по оси z	20 132	7,1 123	2,5 114	1,3 108	1,1 107	1,1 107	1,1 107		
	Горизонтальная по осям x и y	6,3 122	3,5 117	3,2 116	3,2 116	3,1 116	3,2 116	3,2 116		
транспортно-техно- логическая	Вертикальная по оси z или го- ризонтальная по осям x и y	— 117	3,5 117	1,3 108	0,63 102	0,56 101	0,56 101	0,56 101		
	в служебных помеще- ниях на судах (ру- левая, штурманская, радиорубка)	0,71 103	0,25 94	0,13 88	0,11 88	0,11 87	0,11 87			
Локальная вибрация	По каждой из осей x, y, z	— 120	— 120	— 117	5,0 120	5,0 117	3,5 114	2,5 108	1,8 108	0,9 105

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Значения коэффициента сезонности и допустимые сопротивления защитного заземления

Таблица 1

Характеристика климатической зоны	Климатические зоны			
	I	II	III	IV
Средняя многолетняя температура сезона, °С	от - 20	от - 14	от - 10	от 0 до +5
Продолжительность замерзания вод, дни	190-170	150	100	0
Коэффициент сезонности для вертикального электрода длиной 3 м (ψ)	1,7	1,5	0,9	1,1

Таблица 2

Характеристики электроустановок	Наибольшее допустимое сопротивление защитного заземления $r_{\text{зз}}^{\text{д}}$ Ом
1. Установка с глухим заземлением нейтрали — повторное заземление нулевого провода	10
2. Установка с изолированной нейтралью:	
2а — при мощности шагающих генераторов и трансформаторов 100 кВА и менее	10
2б — во всех остальных случаях	4

Таблица 3

Номер варианта	Наименование грунта	Климатические зоны	Характеристика электроустановки (табл. 2)
1	Чернозем	I-IV	2а
2	Глина	I-IV	2б
3	Суглинок	I-IV	2а

**Значения коэффициентов использования
вертикальных заземлителей η_c и полосы связи $\eta_{\text{п}}$**

Коэффициент использования вертикальных заземлителей η_c						
Число заземлителей						
2	4	6	10	20	40	60
Заземлители размещены по контуру						
0,85	0,69	0,61	0,55	0,47	0,41	0,39
Коэффициенты использования полосы связи $\eta_{\text{п}}$						
Число заземлителей						
2	4	6	10	20	40	60
Заземлители размещены по контуру						
—	0,45	0,4	0,34	0,27	0,22	0,2