Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ И ГАЗА

сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки 18.03.01 – Химическая технология

Благовещенск,2017

Печатается по решению
редакционно-издательского совета инженерно-физического факультета
Амурского государственного университета

Составитель: Приходько С.А.
Охрана труда и окружающей среды в переработке нефти и газа: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 18.03.01. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

Рассмотрен на заседании кафедры БЖД
04.09.2017, протокол № 1

© Амурский государственный университет, 2017
© Кафедра безопасности жизнедеятельности, 2017
© Приходько С.А., составление

Содержание

Введение 4

1. Методические указания к лабораторным работам 5

1.1 Искусственная вентиляция легких и непрямой массаж сердца 5

1.2 Первая помощь при повреждениях 11

1.3 Исследование параметров микроклимата воздуха рабочей зоны 30

1.4 Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны 26

1.5 Исследование запыленности воздуха весовым методом 28

1.6 Эффективность и качество искусственного освещения 31

1.7Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В 40

1.8 Исследование эффективности зануления и защитного заземления 47

1.9 Электромагнитные поля от ПЭВМ: исследование и защита 55

1.10 Исследование взрывозащиты в электрическом оборудовании взрывонепронецаемого исполнения 60

Список литературы 62

2.Методические указания к практическим занятиям 66

2.1 Расчет системы искусственного освещения для административных и производственных помещений 66

2.2 Расчет защитного заземления 70

2.3 Защита от шума, создаваемого технологическим оборудованием, на рабочих местах 74

2.4 Расчет потребного воздухообмена для общеобменной механической системы вентиляции 84

2.5 Оценка напряженности трудового процесса для работников горнодобывающей промышленности 90

2.6 Оценка тяжести трудового процесса для работников горнодобывающей промышленности 94

2.7 Гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах 106

2.8 Расчет показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний 108

2.9 Чрезвычайные ситуации природного характера и защита населения от их последствий 110

2.10 Чрезвычайные ситуации техногенного характера и защита населения от их последствий 111

2.11 Чрезвычайные ситуации социального характера и защита населения от их последствий 112

Список литературы 113

ВВЕДЕНИЕ

Сборник учебно-методических материалов подготовлен в рамках методического обеспечения и повышения качества организации и проведения учебных занятий по курсу «Охрана труда и окружающей среды в переработке нефти и газа» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность образовательной программы «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». Основной целью данной работы является повышение качества организации самостоятельной работы студентов по дисциплине при выполнении рефератов, подготовке к предстоящему собеседованию, при подготовке и написанию отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. Подготовленные вопросы для самоконтроля и набор необходимой литературы, включая электронные издания и информационно-правовые системы, качественно улучшат процесс самостоятельной подготовки студентов по дисциплине.

Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» определены различные компетенции, которые необходимо сформировать у будущих бакалавров для решения широкого спектра задач в области охраны труда и окружающей среды в переработке нефти и газа. В процессе освоения материалов данной дисциплины, в соответствии с учебным планом, студент формирует и демонстрирует следующие общеобразовательные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6);

способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5).

В этой связи, сборник послужит хорошим инструментом при формировании у студентов знаний, умений и практических навыков работы при реализации мероприятий по защите людей, территорий и производственных объектов от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях.

1.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

1.1 Лабораторная работа № 1 - «Искусственная вентиляция легких и непрямой массаж сердца»

Цель работы: ознакомиться с правилами оказания первой медицинской помощи и провести успешные реанимационные мероприятия.

Задание к лабораторной работе

Ознакомиться с устройством работа тренажера, ознакомиться с теоретическими аспектами оказания реанимационных мероприятий, на практике отработать их по отдельности и в совокупности.

Оборудование: комплекс-тренажер ЭЛТЕК.

Краткая теория

Комплекс мероприятий по первой помощи

Первая доврачебная помощь, т. е., комплекс срочных мероприятий, при внезапных заболеваниях и повреждениях преследует, в основном, следующие задачи или цели:

1. *Прекратить дальнейшее воздействие повреждающих факторов* (высокой или низкой температуры, электрического тока, обрушившихся тяжестей, ядовитых газов и т. п.) *или удалить пострадавшего из неблагоприятной обстановки, в которую он попал и которая угрожает его жизни.* Сюда относятся, например, такие мероприятия, как освобождение человека из-под колес машины, из-под (обвалов земли, от действия электрического тока, вынос из помещения, где имеются ядовитые газы, перенос пострадавшего от теплового удара в более холодное помещение, а при обморожениях — в теплое помещение и т. д. Все это, разумеется, делается весьма осторожно, чтобы не усилить страданий пострадавшего и не усугубить тяжесть его состояния или повреждения. В холодное время года следует оберегать больного или пострадавшего от охлаждения — укутать его, покрыть одеялом и т. п.,

2. *Сделать все необходимое для ликвидации угрозы, возникшей для здоровья или жизни больного и пострадавшего (*улучшение или восстановление сердечной и дыхательной деятельности борьба с потерей крови идр.) *и облегчить его страдания.*

3. *Предупредить возможные, иногда необратимые осложнения возникшего заболевания или повреждения:* например, кровотечения, смещения обломков при переломах» шоки и др. Если, допустим, повреждение произошло на улице большого города, где можно быстро вызвать скорую медицинскую помощь, то первую помощь лучше оказывать на месте происшествия, т. е. без переноса пострадавшего. Если же скорую помощь быстро вызвать невозможно, то пострадавшего следует осторожно перенести в ближайшее помещение» уложить на кровать, кушетку, диван, скамью, расстегнув ворот и пояс.

4. *Поддерживать основные жизненные функции больного или пострадавшего до момента оказания врачебной помощи.* Больному создают максимально благоприятную обстановку и укладывают в более удобное для него положение — обычно на спину. При потере сознания или при небольшой кровопотере больного кладут без подушки. В некоторых случаях, например, при затруднении дыхания, нарушении мозгового кровообращения и носовых кровотечениях более целесообразно полусидячее положение больного. С этой целью ему под спину подкладывают подушки или даже стул под матрац. В редких случаях больного укладывают на бок. За больным или пострадавшим устанавливается постоянное наблюдение, особенно за состоянием его пульса, дыхания» сознания и температурой тела.

5. При *необходимости транспортировки больного в ближайшее лечебное заведение создать максимально благоприятные условия для этого* (покой, транспортная иммобилизация и др.).

Следует иметь в виду, что первая доврачебная помощь очень часто оказывается в весьма неблагоприятных условиях — на улице, в цехе, в поле, в лесу, надороге и т. д. Поэтому она нередко весьма минимальна и ни в коем случае не может заменить квалифицированную медицинскую помощь.

Надо также учесть, что возникновение внезапного заболевания или повреждения вызывает вполне понятные волнения, а иногда (например, при кровотечении, удушье и т. п.) даже испуг не только у самого больного или пострадавшего, но и у окружающих его.

Поэтому при оказании первой помощи необходимо соблюдать максимальное спокойствие, хладнокровие и самообладание, а самого больного или пострадавшего следует максимально успокоить, ободрить, вывести его из подавленного, угнетенного или, наоборот, возбужденного состояния, вселить в него веру в хороший исход.

Определение состояния пострадавшего

Один из важнейших эталон в комплексе мероприятий по оказанию первой помощи до прихода врача – быстрое выявление признаков жизни и смерти у человека, попавшего в беду.

При тяжелых травмах, когда пострадавший находится в бессознательном состоянии и лежит без движения, бывает сложно определить, жив он или нет. Чаще всего это наблюдается при черепно-мозговой травме, при сдавливании тяжестями грудной клетки или живота, при закупорке дыхательных путей вследствие утопления и др. Чтобы не допустить смерти еще живого человека, необходимо сразу же приступить к его спасению.

К основным признакам наличия жизни относятся:

— сердцебиение, определяемое плотным прикладыванием уха или ладони к грудной клетке в ее левой половине на уровне левого соска;

— пульсация артерий в левой или правой половине шеи» в области лучезапястного сустава; в середине паховой области по передневнутренней поверхности, где располагается бедренная артерия (рис.1)— дыхание, определяемое глазом или прикладыванием ладоней к груди и животу по движению грудной клетки или передней брюшной стенки, а также по У помутнению зеркальца или какого-нибудь гладкого блестящего предмета и минимальному движению разволокненного кусочка ваты, поднесенного к носовым отверстиям и рту;

— реакция зрачков на свет, влажность и блеск роговиц, подтверждающие наличие жизни. Реакцию зрачков на свет проверяют, заслонив глаза от дневного света и резко отдернув ладони от глаз. При этом можно заметить сужение зрачка, что расценивается как положительная реакция.

Однако надо знать, что отсутствие вышеперечисленных признаков может быть при резко сниженных жизненных процессах в организме при так называемой клинической смерти, поэтому совершенно необходимо незамедлительно приступить к оказанию до врачебной помощи и продолжать ее в течение 2 ч и более, до появления явных признаков смерти.

Прекращать оказывать помощь следует только при появлении явных **признаков смерти,** к которым относятся:

высыхание и помутнение роговицы глаз;

возникновение деформации зрачка при сдавливании глазного яблока между пальцами;

похолодание тела, легко ощутимое ладонями, и появление сине-фиолетовых (трупных) пятен на коже. При положении на спине трупные пятна возникают в области ягодиц, лопаток, поясницы; на животе — в области лица, шеи, груди, передней брюшной стенки; на боку — в области крыльев таза, т. е. в местах соприкосновения с полом, землей и т, д.

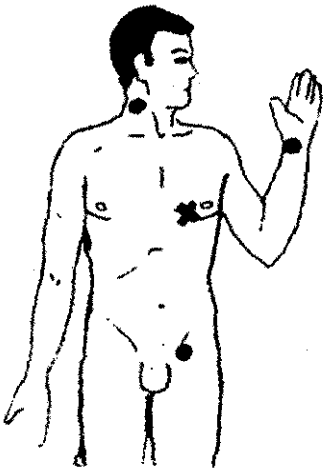


Рисунок 1. Места определения пульса на артериях шеи, руки и ноги

Самым достоверным признаком смерти, когда нет сомнения в бессмысленности дальнейшего оказания помощи, является развитие трупного окоченения, которое чаще всего возникает через 2-4 ч после смерти.

Оказание первой доврачебной помощи должно начинаться с оценки общего состояния больного или пострадавшего. С этой целью у больного чаще всего проводят исследование состояния сердечной деятельности (пульса), дыхания, сознания и температуры.

Пульс обычно определяют в нижней части предплечья, над лучезапястным суставом на ладонной стороне выше основания большого пальца. Пульс ощущается четырьмя пальцами исследующего в виде ритмичной пульсации лучевой артерии в течение одной минуты. Нормальная частота пульса у взрослых — от 60 до 80 ударов в минуту, у детей — от 78 до 80 в возрасте 10 лет и старше, у пятилетних — 98-100 и у новорожденных —120-140 ударов. Пульс может быть учащенным и замедленным, напряженным и слабым, а также аритмичным. Значительное учащение или замедление, а также появление аритмичности пульса указывают на нарушение сердечнососудистой деятельности.

Весьма важно наблюдение за частотой и ритмом дыхания больного. Частоту дыхания можно определить либо наблюдая дыхательные движения грудной клетки, либо положив ладонь на подложечную область больного. В норме частота дыхания у взрослых колеблется от 16 до 20 в минуту, а у детей несколько чаще. Дыхание может быть частым или редким, глубоким или поверхностным. Учащение дыхания наблюдается при повышении температуры и особенно при заболеваниях легких и сердца. При этом может нарушаться и ритм дыхания, когда дыхательные движения происходят через различные промежутки времени. Нарушения дыхательной деятельности могут сопровождаться изменением цвета кожи и слизистых оболочек губ — они приобретают синюшный оттенок (цианоз). Наиболее часто расстройство дыхания проявляется в виде одышки, при которой нарушаются его частота, глубина и ритм. Сильная и быстро возникающая одышка называется *удушьем,* а остановка дыхания — *асфиксией.* Нарушение дыхания, зависящее от заболеваний легких (пневмония и др.), может сопровождаться кашлем и выделением мокроты, иногда с примесью крови.

Потеря сознания может быть либо кратковременной (например, при обмороке) или более длительной (при повреждениях и заболеваниях головного мозга, при коматозных состояниях и др.). Иногда наблюдается своеобразная заторможенность, оглушенность, сонливость или судорожное состояние больного или пострадавшего, о чем всегда следует сообщать врачу.

Если у больного имеются общие явления, свойственные, например, особо тяжелым повреждениям (травматический шок, большая кровопотеря и т. п.), то прежде всего необходимо принять соответствующие меры к ликвидации или уменьшению этих жизненно опасных осложнений.

В том случае, когда у больного или пострадавшего резко нарушено или отсутствует дыхание или произошла остановка сердечной деятельности (что определяется по отсутствию дыхательных движений грудной клетки и отсутствию пульса), то немедленно приступают к искусственному дыханию и наружному массажу сердца.

Искусственное дыхание имеет большое значение для пострадавшего, так как способствует насыщению крови кислородом (из-за отсутствия самостоятельного дыхания). Прежде всего следует убедиться в проходимости воздухопроводящих путей больного и устранить механические причины, препятствующие дыханию. С этой целью осматривают полость рта и носа, которые при помощи пальца, носового платка или марлевого тампона должны быть быстро очищены, от слюны, слизи» рвотных масс, земли, ила, песка и других инородных тел. Необходимо устранить часто наблюдающееся западание языка, если искусственное дыхание будет производиться при положении больного на спине. Если же при этом больной лежит ничком, т. е. на животе, то нужно следить, чтобы его рот и нос не упирались в землю или подложенный под голову предмет. Кроме того, надо расстегнуть одежду больного, затрудняющую дыхание и кровообращение, а при оказании помощи утонувшему — освободить дыхательные пути и желудок от воды. Все эти подготовительные меры к искусственному дыханию должны проводиться с максимальной быстрой и занимать не более одной минуты.

Частота искусственного дыхания должна приближаться к физиологической, т. е. составлять 16-20 полных дыхательных циклов в минуту. Однако она должна меняться в зависимости от степени дыхательнойнедостаточности; стадии терминального состояния и способа искусственного дыхания. Длительность искусственного дыхания различна и зависит от характера причины» вызвавшей нарушение нормальной дыхательной деятельности, и ее тяжести. Однако во всех случаях следует руководствоваться общими правилами: *искусственное дыхание необходимо продолжать до тех пор, пока не восстановится самостоятельное и нормальное по глубине, частоте и ритму дыхание* или же не появятся явные признаки окончательной остановки сердечной деятельности, несмотря на применение мер для ее восстановления (массаж сердца и др.). Наиболее простым и эффективным способом искусственного дыхания является способ *«рот в рот»* и *«рот в* нос», который заключается в следующем. Больного кладут на спину с резко запрокинутой назад головой, для чего подкладывают под плечи валик или удерживают голову руками оказывающего помощь, который стоит на коленях сбоку от больного (рис. 2).

Рисунок 2. Искусственное дыхание «рот в рот»

Приэтом положении просвет глотки и воздухоносных путей значительно расширяются и обеспечивается их полная проходимость, что является основным условием успешного проведения такого способа. Всякое смещение головыспособно нарушить проходимость дыхательных путей, и часть воздуха может попасть в желудок. Поэтому необходимо тщательно удерживать голову больного в запрокинутом к спине положении. Оказывающий помощь делает глубокий вдох, широко раскрывает рот, быстро приближает его ко рту больного и, плотно прижав свои губы вокруг рта больного, делает

глубокий выдох в рот последнего, т. е. как бы вдувает воздух в его легкие и раздувает их. При этом становится заметным расширение грудной клетки больного (вдох). После этого оказывающий помощь откидывается назад и вновь делает глубокий вдох. В это время грудная клетка больного спадается — происходит пассивный выдох. Затем оказывающий помощь вновь выдыхает воздух в рот больного и т. д.

*Наружный (непрямой) массаж сердца*вместе с искусственным дыханием относятся к числу важнейших мероприятий, направленных на спасение жизни пострадавшего.

Наружный массаж сердца заключается в сильном и ритмичном сдавливании грудной клетки в направлении от грудины к позвоночнику, что вызывает сжатие и расправление сердца. В результате многократного сдавливания искусственно поддерживается кровообращение в организме.

Рисунок 3. Непрямой массаж сердца, а - положение сердца при поднятии рук; б - положение сердца при нажатии руками на область грудной клетки. Стрелками указано направление.

Массаж сердца следует выполнять до восстановления самостоятельной сердечной деятельности, признаками которой являются появление пульсации на сонных или лучевых артериях, уменьшение синюшной или бледной окраски кожи, сужение зрачков и повышение артериального давления.

Наружный массаж сердца надо выполнять следующим образом: больного (или пострадавшего) укладывают на спину на плотное основание (пол, земля и др.); оказывающий помощь становится сбоку от него и ладонными поверхностями рук, наложенными одна на другую, ритмично и сильно надавливает (50-60 раз в 1 мин) на область нижней поверхности груди, сдавливая грудную клетку по направлению к позвоночнику, используя собственную массу тела. Эту манипуляцию нужно выполнять прямыми руками (рис. 3).

Если реанимацию выполняет 1 человек, то рекомендуется после каждых 10–12 сдавливании груди делать *2* вдувания в легкие пострадавшего; если же 2 человека, то одно вдувание следует чередовать с 5-6 сдавливаниями грудной клетки. Искусственный массаж сердца требует большой выносливости и физического напряжения» так как иногда эту процедуру приходится выполнять больше 1,5-2 ч.Необходимо знать что грубое выполнение может привести к перелому ребер с повреждением легких, сердца и др.

Эффективность проводимого непрямого массажа подтверждается появлением пульса на сонной или бедренной артерии. Через 1-2 мин кожа и слизистые оболочки губ пострадавшего принимают розовый оттенок, зрачки сужаются.

Сочетание непрямого массажа сердца с искусственным дыханием. Непрямой массаж сердца проводят одновременно с искусственным дыханием, так как непрямой массаж сердца сам по себе не вентилирует легкие. Если реанимацию проводят два человека, легкие раздувают в соотношении 1:5, т. е. на каждое раздувание легких производят 5 компрессий (сжатий) грудины (рис. 4)

Если помощь оказывает один человек, то легкие раздувают в соотношении 2:10, т. е. через каждые 2 быстрых вдувания воздуха в легкие пострадавшего выполняют 10 компрессий грудины с интервалом в 1 с.

Рисунок 4. Одновременное проведение искусственного дыхания и наружного массажа сердца

Внимание! Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца являются реанимационными мероприятиями. Их следует начинать немедленно и проводить до восстановления самостоятельного устойчивого пульса и дыхания, до прибытия врача или доставки пострадавшего в лечебное учреждение. При появлении явных признаков биологической смерти оказание помощи прекращают.

Помните, что от быстроты и правильности ваших действий зависит жизнь человека!

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретической частью работы.

2. Под руководством преподавателя ознакомиться с устройством тренажера ЭЛТЕК.

3. Установить на тренажер сменную лицевую маску. Обработать её дезинфицирующим раствором.

4. В порядке индивидуальной отработки практических навыков оказания первой реанимационной помощи:

а) проконтролировать на тренажере появление пульса на сонной артерии;

б) обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера. При угле запрокидывания 15-20 градусов должен прозвучать сигнал "дыхательные пути освобождены";

в) провести по правилам первой реанимационной помощи ИВЛ методом "изо рта в рот". При достаточно интенсивном поступлении воздуха верхняя часть грудной клетки тренажера приподнимается;

г) ритмичным надавливанием на грудную полость тренажера провести непрямой массаж сердца. При прикладываемом усилии, обеспечивающем глубину продавливания 3-5 см на анатомическом дисплее загорается видеоимитатор сердечной деятельности, при большей глубине - видеоимитатор перелома ребер и звуковой сигнал "чрезмерная компрессия, возможны многочисленные повреждения внутренних органов";

д) в случае правильного выполнения упражнений через некоторое время на анатомическом дисплее загораются и постоянно горят имитаторы сердечной и дыхательной деятельности, верхняя часть грудной клетки тренажера ритмично поднимается-опускается, голосовое сопровождение сигнализирует об успешности реанимационных мероприятий.

5. После освоения отдельных навыков, следует отработать методики оказания первой реанимационной помощи одним и (разбившись на пары) двумя спасателями.

6. В конце занятия закрепите полученные знания ответами на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое терминальные состояния? Какие терминальные состояния Вам известны?
2. Что относится к этиологии и патогенезу терминальных состояний?
3. Какова средняя продолжительность клинической смерти? Её симптомы?
4. Какова последовательность оказания первой медицинской (доврачебной) помощи?
5. Назовите признаки жизни и признаки биологической смерти.
6. Каким образом следует проверять проходимость верхних дыхательных путей пострадавшего?
7. Какие способы искусственной вентиляции легких вы знаете? В каких случаях предпочтительнее применять каждый их них?
8. Какова методика проведения ИВЛ методом "изо рта в рот"?
9. Как правильно расположить руки на грудине пострадавшего при проведении непрямого массажа сердца?
10. Какова методика проведения наружного массажа сердца?
11. Каково соотношение раздуваний легких и надавливаний на грудину при оказании первой реанимационной помощи одним спасателем? Двумя спасателями?
12. Каков порядок действий каждого спасателя при оказании ими первой реанимационной помощи?
13. Назовите показатели эффективности проводимой реанимации.
14. Какие практические навыки оказания реанимационной помощи можно отрабатывать на тренажере ЭЛТЕК?

1.2 Лабораторная работа № 2 – «Первая помощь при повреждениях»

Цель работы: ознакомиться с нормированием и методами контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочих зон.

Задание к лабораторной работе

Определить содержание вредных веществ в газовой камере лабораторного стенда, проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

Оборудование: комплекс-тренажер ЭЛТЕК.

Краткая теория

Кровотечения (наружные и внутренние)

Кровотечением называют выхождение крови из поврежденного кровеносного сосуда.

Кровь представляет собой биологическую ткань, обеспечивающую нормальное существование организма. Количество крови у мужчин в среднем около 5 л, у женщин–4,5 л; 55% объема крови составляет плазма, 45% – кровяные клетки, так называемые форменные элементы (эритроциты, лейкоциты и др.).

Кровь в организме человека выполняет сложные и многообразные функции. Она снабжает ткани и органы кислородом, питательными компонентами, уносит образующиеся в них углекислоту и продукты обмена, доставляет их к почкам и коже, через которые эти токсические вещества удаляются из организма. Жизненная, вегетативная, функция крови заключается в непрерывном поддержании постоянства внутренней среды организма, доставке тканям необходимых им гормонов, ферментов, витаминов, минеральных солей и энергетических веществ.

Организм человека без особых последствий переносит утрату только 500 мл крови. Истечение 1000 мл крови уже становится опасным, а потеря более 1000 мл крови угрожает жизни человека. Если утрачено более 2000 мл крови, сохранить жизнь обескровленному можно лишь при условии немедленного и быстрого восполнения кровопотери. Кровотечение из крупного артериального сосуда может привести к смерти уже через несколько минут. Поэтому любое кровотечение должно быть, по возможности, скоро и надежно остановлено. Необходимо учитывать, что дети и лица преклонного возраста, старше 70-75 лет, плохо переносят и сравнительно малую потерю крови.

Кровотечение наступает в результате нарушения целости различных кровеносных сосудов вследствие ранения, заболевания. Скорость истечения крови и интенсивность его зависят от характера и величины сосуда, особенностей его повреждения. Кровотечения бывают нередко при гипертонической, язвенной, лучевой и некоторых других болезнях. Эти нетравматические кровотечения происходят из носа, рта. Излившаяся кровь может скопиться в грудной полости, органах живота.

Виды кровотечений

В зависимости от вида поврежденного сосуда различают *артериальное, венозное, капиллярное и паренхиматозное* кровотечения.

Если кровь изливается наружу через поврежденные ткани, то говорят о *наружном кровотечении.* Если же кровь изливается во внутренние полости, в просвет полых органов или между тканями, имеют в виду *внутреннее кровотечение.* Причиной кровотечения могут быть не только различные ранения или другие повреждения, но и различные заболевания внутренних органов: легких, желудка» кишечника и др.

Артериальное кровотечение,являющееся наиболее опасным, возникает при повреждении более или менее крупных артерий и характеризуется тем, что из раны сильной толчкообразной (пульсирующей) струей вытекает кровь алого цвета. Повреждение крупных *артерий (бедренной, плечевой и др.) представляет опасность для жизни.*

Венозное кровотечение.При венозном кровотечении кровь темно-красная, течет медленно, непрерывно. Венозное кровотечение менее интенсивное, чем артериальное, и поэтому реже носит угрожающий характер, однако при ранении вен шеи и грудной клетки имеется другая (нередко смертельная) опасность: вследствие отрицательного давления в этих венах в них в момент вдоха поступает воздух; воздушный пузырь может вызвать закупорку просвета кровеносного сосуда — воздушную эмболию и стать причиной молниеносной смерти.

Капиллярное кровотечениеявляется следствием повреждения мельчайших кровеносных сосудов (капилляров) и характеризуется тем, что из всей поверхности раны сочится кровь, по цвету средняя между артериальной и венозной.

Паренхиматозное кровотечениенаблюдается при повреждении так называемых паренхиматозных органов (печень, селезенка и др.) и является, по существу, смешанным кровотечением.

Способы остановки кровотечений

Временные способы остановки кровотечения применяются обычно в условиях оказания первой медицинской помощи. К ним относятся: возвышенное (приподнятое) положение поврежденной части тела, прижатие сосуда на протяжении, резкое сгибание конечности, давящая повязка, тампонада и наложение кровоостанавливающего жгута.

Приподнятое положение (с помощью подкладывания подушки и др.) поврежденной части тела чаще всего применяется при ранениях конечностей, в частности, при венозных

кровотечениях. Такое положение целесообразно придать конечности лишь после наложения давящей повязки на рану.

Прижатие сосуда на протяжении состоит в том, что кровоточащий сосуд прижимают не в области самой раны, а выше нее (при ранении артерий) или ниже (при ранении вен), т. е. на протяжении поврежденного сосуда. Способ этот применяют, как правило, при сильном артериальном или венозном кровотечении. Прижимают кровеносный сосуд обычно в тех местах, где он расположен относительно поверхностно и где удается пальцами прижать его к подлежащей кости, т. е. сдавить его и закрыть просвет. Прижимать сосудк кости следует не одним, а несколькими пальцами. Для каждого крупного артериального сосуда имеются определенные анатомические точки, где целесообразнее всего производить его прижатие. Так, височную артерию прижимают впереди мочки уха, плечевую артерию — у внутреннего края двуглавой мышцы плеча (бицепса) и т. д. (рис. 7).

Резкое (максимальное) сгибание конечности, например, в локтевом или коленном суставах при ранении предплечья или голени (стопы), иногда бывает настолько эффективным, что отпадает необходимость нахождения жгута. Этот прием (резкое сгибание) приходится употреблять и при сильном кровотечении из ран, расположенных у основания (корня) конечности, когда наложение жгута невозможно. В этих случаях при кровотечении из верхней конечности руку фиксируют в положении до отказа заведенной за спину, а при кровотечении из нижней конечности — ногу закрепляют согнутой и приведенной к животу (см. рис. 8, а, б, в, г). *Давящую повязку* в качестве способа временной остановки кровотечения применяют довольно часто при небольших кровотечениях. Сущность способа заключается в том, что после смазывания краев раны йодной настойкой на нее накладывают несколько стерильных марлевых салфеток, поверх которых кладут довольно толстый слой ваты, затем все это туго, т.е. с определенным давлением, прибинтовывают марлевым или другим бинтом.

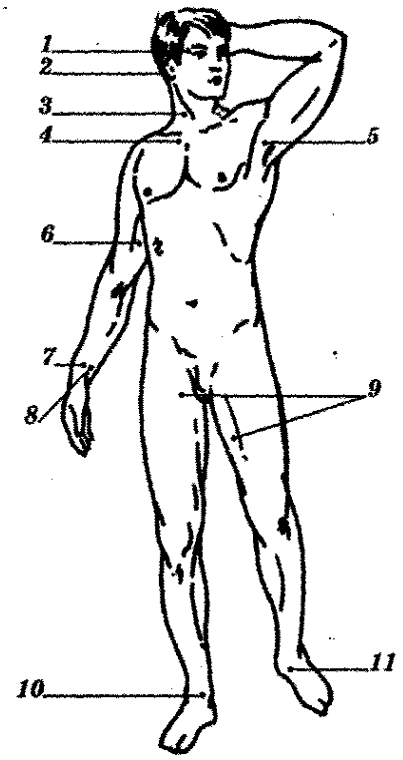


Рис. 7. Точки временного пережатия артерий: 1 — височная; 2 —затылочная; 3 — правая общая сонная; 4 — подключичная; 5 — подмышечная; 6 — плечевая; 7 — лучевая; 8 — локтевая; 9 — бедренная; 10 — передняя большеберцовая; 11 — задняя большеберцовая.

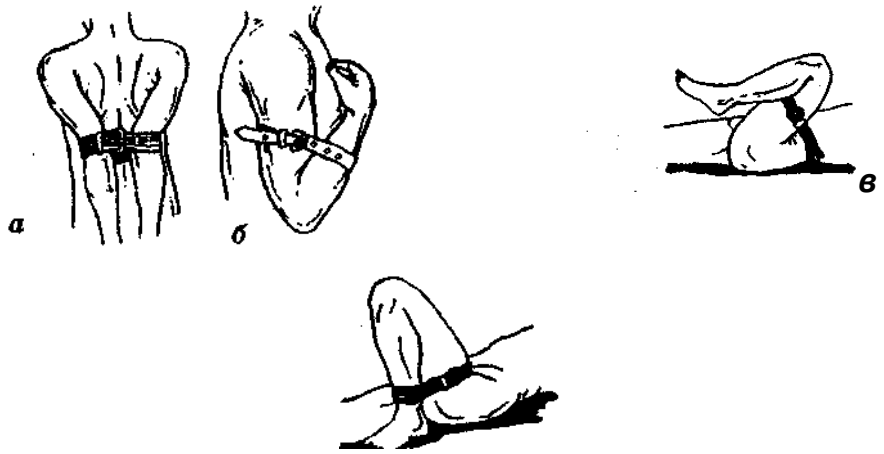


Рис. 8. Временная остановка кровотечения

а — максимальным отведением или подведением верхних конечностей к пояснице; *б* — сгибанием руки в локтевом суставе, *в* — сгибанием ноги в тазобедренном суставе; *г* — сгибанием ноги в коленном суставе.

Самым надежным способом временной остановки сильного артериального кровотечения является *наложение кровоостанавливающего жгута* на тот или иной отдел поврежденной конечности — ее круговое перетягивание (рис. 8). Существует много видов кровоостанавливающих жгутов (резиновые, матерчатые и др.), но самым простым и наиболее распространенным является резиновый жгут Эсмарха; при его отсутствии можно использовать любой подручный материал: типовую трубку, полотенце, ремень, веревку, платок и т. п.

Жгут накладывается следующим образом. Часть конечности, где будет лежать жгут, обвертывают полотенцем или несколькими слоями бинта (подкладка). Затем поврежденную конечность приподнимают, жгут растягивают, делают 2-3 оборота вокруг конечности, чтобы несколько сдавить мягкие ткани, и закрепляют концы жгута с помощью цепочки и крючка или завязывают узлом (рис. 9). Правильность наложения жгута проверяется прекращением кровотечений из раны и исчезновением пульса на периферии конечности. При употреблении жгута не редко допускаются серьезные ошибки:

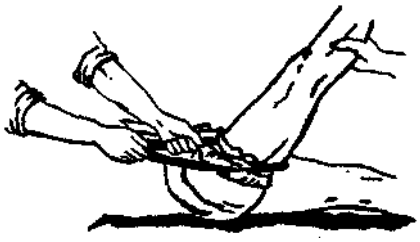


Рис. 9. Наложение кровоостанавливающего жгута

1)накладывают жгут без достаточных показаний — его следует применять лишь в случаях сильного артериального кровотечения, которое невозможно остановить другими способами; 2) жгут накладывают на обнаженную кожу, что может вызвать ее ущемление и даже омертвление;

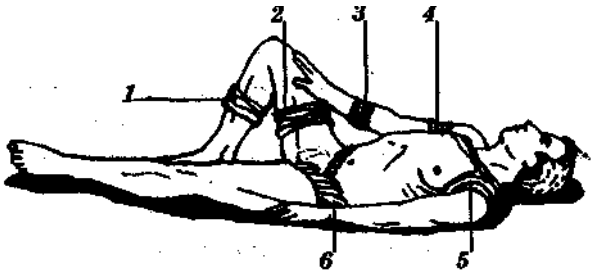


Рис.10. Места наложения кровоостанавливающих жгутов

3) неправильно выбирают места для наложения жгута — его надо накладывать выше (центральное) места кровотечения; 4) неправильно затягивают жгут; слабое затягивание усиливает кровотечение, а очень сильное- сдавливает нервы.

При наложении жгута происходит сдавливание всех сосудов конечности, поэтому полностью прекращается приток крови к тем отделам конечности, которые расположены ниже (дистальнее) жгута, что, естественно, резко нарушает питание этих отделов. Надо всегда учитывать это важное обстоятельство: кровоостанавливающий жгут должен по возможности меньше находиться на конечности. *Следует твердо запомнить правило: жгут на конечности может находиться не более 2 ч* (а на плече — еще меньше). У людей же, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации,— в пределах *30-60 мин.* Вольного с наложенным жгутом необходимо немедленно направить к врачу или в лечебное учреждение для окончательной остановки кровотечения и снятия жгута, которое производят путем постепенного его распускания.

Окончательная остановка кровотечения осуществляется обычно врачом при оказании хирургической помощи раненому (первичная обработка раны и др.) и чаще всего состоит в перевязке кровоточащих сосудов.

Легочные кровотечения

Главной *причиной легочных кровотечений являются травмы и заболевания легких,* сопровождающиеся распадом легочной ткани (туберкулез, гнойные процессы, рак и др.) *или их повреждение.* Иногда легочные кровотечения возникают в результате застоя крови в малом кругу кровообращения, при тяжелых заболеваниях сердечно-сосудистой системы (пороки сердца), болезнях крови и др. Наконец, примесь крови в мокроте («ржавая мокрота») может наблюдаться в начальном периоде развития воспаления легких — пневмонии.

Признаки. Чаще всего легочное кровотечение возникает у больного преимущественно с хроническим заболеванием легких или сердца в виде кровохарканья, т. е. примеси крови в мокроте, выделяемой при кашле или в виде плевков — сгустков крови. Значительно реже кровь из легкого выделяется струей, т. е. в виде собственно легочного кровотечения. Кровь может быть алой, темной, часто — пенистой. В отличие от желудочного кровотечения для кровотечения из легких характерно появление пенистой крови алого цвета, без примеси остатков пищи, чаще всего после приступа кашля. Надо исключить также возможность кровотечения из слизистой оболочки рта и носоглотки, что легко сделать при их осмотре с помощью чайной ложки, которой прижимают язык книзу. При обильном кровотечении возникают признаки кровопотери в виде бледности кожи, головокружения, общей слабости, учащений пульса, обморока и др. Очень сильное кровотечение может привести к гибели больного.

Первая помощь. Вызов врача скорой или неотложной помощи. До прихода врача больной должен находиться в полусидячем положении в постели, по возможности без резких движений. На грудь следует положить пузырь со льдом (снегом, холодной водой). Для уменьшения сильного

кашля больному дают 1-2 порошка или таблетки кодеина (по 0,015 г), а для уменьшения кровотечения больному рекомендуется пить маленькими глотками раствор поваренной соли (столовая ложка соли на стакан холодной воды), а если есть возможность, то 10% раствор хлористого кальция по 1 столовой ложке каждые 1-2 ч. Следует успокоить больного и его окружающих, обычно взволнованных и испуганных внезапным появлением кровотечения, подчеркнув, что такие кровотечения заканчиваются благополучно и не представляют опасности для жизни. Больному запрещаются громкий разговор, прием горячей пищи и жидкости.

Раны

Раной называется повреждение тканей человеческого тела — его покровов, кожи, слизистых оболочек, глубже расположенных биологических структур и органов.

Раны *бывают поверхностными, глубокими и проникающими в полости тела.*

Причины ранения — различные физические или механические воздействия. В зависимости от их силы, характера, особенностей и мест приложения они могут вести к разнообразным дефектам кожи и слизистых, размозжению и ушибам мышц, травмам нервных проводников и кровеносных сосудов.

Рана нередко осложняется повреждением внутренних органов, переломами костей и суставов. Обширная и глубокая рана, как правило, сопровождается сотрясением и ушибом окружающих ее тканей и органов, распространенным тромбозом (закупоркой) артерий и вен.

Различают *колотые, резаные, ушибленные, рубленые, рваные, укушенные и огнестрельные раны.*

Колотые раны являются следствием проникновения в тело колющих предметов — иглы, гвоздя, шила, ножа, острой щепки и др.

Форма входного отверстия и раневого канала, особенности повреждения зависят от величины ранящего орудия и глубины его проникновения. Колотые раны, нанесенные большим и острым предметом, расположенные на голове, лице, шее, груди и животе, могут быть весьма опасными, если ранящий снаряд проник далеко и повредил какой-нибудь крупный венозный сосуд или внутренний орган. Такие пострадавшие должны быть немедленно направлены в травматологическое или хирургическое отделение больницы для врачебного обследования, рентгенографии и лечения.

Резаные раны, наносятся острыми предметами — бритвой, ножом, стеклом, обломками железа. Они отличаются ровными краями, обильным кровотечением.

Ушибленные раны происходят от действия тупых предметов — удара камнем, молотком, частями двигающихся машин, вследствие падения с высоты. Это тяжелые и опасные раны, часто связанные со значительным повреждением и размятостью тканей. Они мало кровоточат и имеют предрасположенность к длительным гнойным осложнениям.

Рубленые раны представляют собою как бы комбинацию резаных и ушибленных ран. Нередко они сопровождаются тяжелой травмой мышц и костей. Рваные раны отличаются раздавленностью поврежденных тканей, отрывом и размозжением пострадавших частей тела.

Укушенные раны наносятся зубами кошек, бродячих собак, другими домашними и дикими животными,змеями. Их главная опасность — возможность крайне тяжелых последствий (бешенство, столбняк). Поэтому лица с такими ранами должны быть незамедлительно доставлены в соответствующее медицинское учреждение для обследования, обработки поврежденных тканей и проведения необходимых прививок.

Огнестрельные раны — это особый вид повреждений. Они являются результатом преднамеренного или неосторожного применения огнестрельного оружия и могут быть пулевыми,

осколочными, дробовыми, шариковыми, пластиковыми. Огнестрельные раны отличаются большой зоной повреждения, травмой внутренних органов, сосудов и нервов.

Получившие огнестрельные ранения нуждаются в своевременной и квалифицированной помощи врача-специалиста.

Признаки. Первыми следствиями ранений являются боль и кровотечение. Рана опасна возможным повреждением важного органа, кровопотерей и развитием так называемой раневой или гнойной инфекции. Микробы, попадая через рану в ткани пострадавшего, могут привести к развитию инфекционного процесса: местного, ограниченного (и поэтому менее опасного) или общего, ведущего к тяжелой реакции всего организма.

Заражение раны микробной флорой происходит через ее «открытые ворота». Микробы могут попасть в рану вместе с ранящим предметом или с одежды и кожи самого раненого, а также при неумелом, неосторожном оказании помощи пострадавшему (грязные руки, нестерильный перевязочный материал и др.).

Все раны должны быть по возможности быстро и надежно закрыты повязкой, чтобы уменьшить боль и предупредить их инфицирование.

Первая помощь. Задача оказывающего первую помощь при ранении — остановить опасное кровотечение (хотя бы временно), и закрыть рану чистой, стерильной повязкой. Рекомендуется использовать в этих случаях индивидуальный перевязочный пакет.

На кровоточащую рану нужно наложить давящую повязку. Бели кровотечение после этого продолжается, следует наложить поверх первой повязки несколько слоев ваты и перевязочного материала и вновь забинтовать раненую часть тела. При сильном кровотечении поврежденных сосудов конечностей показано применение кровоостанавливающего жгута. Если кровотечение из раны незначительно или его нет, поврежденная поверхность тела должна быть обязательно закрыта надежно укрепленной мягкой и чистой повязкой.

Не следует трогать рану руками, нельзя удалять из нее инородные тела — обрывки одежды, осколки стекла, дерева и др. Не нужно и промывать ее водой или лекарственными жидкостями (до осмотра врачом). После смазывания краев раны йодом и засыпания раны антибиотиком и антисептиком на рану накладывают стерильную повязку.

После перевязки раны пострадавшего следует уложить, а раненой части тела придать наиболее удобное положение. Если раненый испытывает жажду, напоите его водой, горячим крепким сладким чаем или кофе.

РАСТЯЖЕНИЯ, ВЫВИХИ, ПЕРЕЛОМЫ

Растяжения и разрывы связок

Обычно растяжения и разрывы связок наблюдаются в области голеностопного сустава и реже в области других суставов (коленный, лучезапястный и др.). Возникают они в результате резких или насильственных движений суставов, вызывающих перерастяжение или разрыв связок.

Признаки растяжения и разрыва связок напоминают признаки, наблюдаемые при ушибах. Однако при повреждении связок ощущаются более острая, резкая боль у места прикрепления связок или по их ходу, а также более резкое нарушение функции конечности в виде ограничения движений. При значительных повреждениях может наблюдаться кровоизлияние в полость прилегающего сустава (гемартроз).

Первая помощь — как при ушибах. При разрывах связок на пострадавший сустав следует наложить давящую повязку и обратиться в поликлинику.

Вывихи

Травматическим вывихом называется нарушение нормального соприкосновения суставных концов костей с их полным смещением. Эти вывихи наступают вследствие травм внезапного, резкого сокращения мышц. Вывихнутой считается периферическая часть конечности.

Травматические вывихи составляют 1,5-3 % от общего количества травм. Вывихи в суставах верхних конечностей происходят в 7-8 раз чаще, чем в нижних.

Вывихи сопровождаются разрывом или растяжением суставной сумки, связочного аппарата сустава и мышц. Бели травмирующая сила была чрезмерной, вывих может осложниться повреждением крупных сосудов и нервов.

Признаки. Сильная боль в вывихнутом суставе; изменение контуров сустава, деформация его по сравнению с аналогичным суставом неповрежденной стороны; вынужденное положение вывихнутой части (характерное для каждого отдельного вида вывиха), которое пострадавший не может изменить; смещение оси и изменение длины конечности, чаще укорочение, реже удлинение; «пружинящая фиксация», при которой попытки сделать пассивные движения, чтобы изменить положение конечности, встречают эластичное, пружинящее сопротивление; отсутствие активных и резкое ограничение пассивных движений; вывихнутый суставной конец прощупывается вне сустава или вовсе не определяется.

Если наряду с вышеперечисленными признаками при исследовании пульса или чувствительности на поврежденной конечности обнаруживаются какие-либо отклонения этих показателей по сравнению с таковыми на здоровой стороне, то вывих является осложненным и потому более опасным. Так как при вывихе возможен перелом, симптома «пружинящей фиксации» может не быть, а, наоборот, появляется симптом подвижности кости в необычном месте.

Клиническая картина при вывихе в плечевом суставе весьма характерна. Вывих плеча сопровождается сильными болями и расстройством функции. У больного опущено надплечье этой руки, голова наклонена в сторону повреждения, здоровой рукой он поддерживает вывихнутую. Поврежденная рука отведена от туловища, согнута в локтевом суставе и кажется удлиненной. Нормальная округлость плечевого сустава исчезает, его наружная поверхность в результате смещения головки плеча становится плоской. Активные движения в суставе отсутствуют, при пассивных — отмечается «упругая фиксация» плеча, локтевой сустав не может быть приведен к туловищу.

При вывихах предплечья локтевой сустав увеличен в объеме, деформирован, рука находится в полуразогнутом положении. Если предплечье вывихнуто вперед, оно кажется удлиненным, а если назад — укороченным.

Самым частым среди вывихов пальцев является вывих 1 пальца, чаще в тыльную сторону и реже — в ладонную. Вывих происходит часто вследствие насильственного переразгибания пальца. Вывихнутый палец принимает неестественное, вынужденное положение «ружейного курка» и находится почти под углом 90° к кисти.

Вывихи бедра случаются при непрямом воздействии значительной силы, которая внезапно резко поворачивает и приводит бедро внутри (задний вывих) или при резком отведении конечности и повороте ее кнаружи (передний вывих). При задних вывихах бедра нога согнута в тазобедренном суставе, приведена и повернута внутри, кажется укороченной.

Вывихи стопы бывают чаще неполными (так называемый подвывих) и без рентгенологического исследования не могут быть правильно диагностированы.

Первая помощь. Необходимо создать покой поврежденной конечности и быстро эвакуировать больного в травматологическое отделение или травмпункт для оказания

специализированной помощи — вправления вывиха. При таких травмах нельзя осуществлять какие-либо манипуляции на месте происшествия, так как диагноз без осмотра специалиста может быть неточным, а обезболивание — невозможным.

Вправление вывиха на месте происшествия, попытки дергать конечность, производить пассивные движения в поврежденном суставе недопустимы.

Перед транспортировкой пострадавшего вывихнутую руку фиксируют косыночной повязкой с мягким валиком в подмышечной впадине, ногу — с помощью проволочных стандартных шин, подручных иммобилизирующих средств или прибинтовыванием «нога к ноге», не освобождая его от одежды. Можно дать обезболивающие и успокаивающие средства.

Больного с вывихом в суставах верхней конечности транспортируют в положении сидя, с вывихом нижней конечности — только в положении лежа. Транспортировку затягивать нельзя, так как вправление вывиха может быть затруднено в связи с сопутствующими изменениями в мягких тканях сустава (отек, сдавливание, разрывы).

Переломы

Переломом называется полное или частичное нарушение целости кости, возникающее под влиянием внешней травмы или вследствие болезненных изменений кости и сопровождающееся обычно повреждениями в той или иной степени мягких тканей. Целость кости может оказаться нарушенной во всей ее толще, причем части поврежденной кости, т. е. ее отломки, оказываются совершенно отделенными друг от друга. Это так называемые полные переломы, к которым относится большинство костных повреждений. Если же нарушена целость только части поперечника кости, это будет неполный перелом. К нему относятся трещины, надломы кости.

Причины. Главная причина переломов — производственный, а затем бытовой, уличный (особенно — транспортный) и спортивный травматизм. Наиболее часто встречаются переломы костей конечностей, особенно предплечья, голени, кисти и стопы. Переломы сопровождаются значительными изменениями как в самой поврежденной кости, так и в окружающих ее мягких тканях (возможны повреждения кожи, мышц, сосудов, нервов и пр.). При открытых переломах, т. е. сопровождающихся повреждением кожи и мягких тканей, возникает опасность инфекции в открытой ране с последующим развитием нагноения и других осложнений.

Признаки. Боль является одним из важных признаков переломов, причем для них характерна резкая, так называемая местная, боль на месте перелома.

Нарушение функции, т. е. невозможность производить движения, наиболее резко выражено при полных переломах и мало заметно или даже отсутствует при неполных переломах, при переломе лишь одной из двух костей в пострадавшем отделе конечности (например, в случае перелома лучевой кости при целости локтевой и т. п.)- При осмотре конечности при наличии перелома нередко наблюдается ее укорочение. Кроме того, иногда происходит изменение формы конечности (деформация) в виде искривления ее в области перелома. При осторожном ощупывании области повреждения часто определяется весьма ценный и безусловный признак перелома — наличие ненормальной подвижности (на протяжении поврежденной кости). При открытых переломах распознавание нередко облегчается тем, что в ране бывают видны костные отломки.

Следовательно, наиболее важными признаками перелома костей являются: боль (самопроизвольная и вызванная при ощупывании), болевые точки, нарушение функции, возникшее тотчас после травмы, кровоподтеки и особенно деформация, укорочение конечности и ненормальная подвижность. Все эти признаки позволяют в большинстве случаев без особых затруднений распознать перелом кости. Нужно, однако, иметь в виду, что перечисленные

«абсолютные признаки» переломов иногда бывают выражены неясно, и лишь хороший рентгеновский снимок дает истинное представление о наличии и характере повреждения кости. Во всех неясных случаях, всякий подозрительный на перелом случай следует рассматривать именно как перелом костей и принять соответствующие меры (иммобилизация и направление в лечебное учреждение). К сказанному следует добавить, что при переломах костей черепа, ребер, позвоночника и таза могут наблюдаться различные признаки повреждений внутренних органов; головного и спинного мозга, легких, мочевого пузыря, прямой кишки и др.

Первая помощь. Поскольку при некоторых переломах (например, черепа, позвоночника, таза, бедра и др.) Может наблюдаться тяжелое общее состояние пострадавшего, то при оказании первой помощи сразу же необходимо обратить особое внимание на возможность травматического шока, кровопотери и пр.

Если у пострадавшего имеются явления травматического шока, необходимо срочно принять соответствующие меры и уже затем оказывать дальнейшую помощь в области самого перелома (наложение шины, повязки и др.). В том случае, когда у пострадавшего наблюдается сильное артериальное кровотечение из сосудов конечности, следует немедленно наложить на этот отдел конечности кровоостанавливающий жгут. Важно помнить, однако, что при наличии перелома кровоостанавливающий жгут можно накладывать лишь на самые минимальные сроки.

Самое важное при оказании первой помощи при переломах заключается в иммобилизации пострадавшей конечности, т. е. в наложении временной фиксирующей повязки или транспортной шины. Ввиду особой важности этого вопроса остановимся на нем более подробно.

Своевременная и правильная иммобилизация имеет огромное значение при оказании первой помощи при переломах и их лечении. Иммобилизация, т. е. придание неподвижности больной или поврежденной части тела, создание полного покоя поврежденной конечности или другой части тела, преследует такие цели: 1) смягчение болевых ощущений пострадавшего и предупреждение тем самым опасности возникновения и развития травматического шока; 2) уменьшение опасности возникновения дополнительных повреждений мягких тканей и внутренних органов, так как ненормальная подвижность костных отломков (особенно при перевозке больного) может вызвать, например, повреждение кожи и превратить закрытый перелом в более опасный — открытый; 3) сведение к минимуму

Первая помощь при сдавливании прежде всего состоит в быстрейшем извлечении пострадавшего из-под завалов, развалин и т. п. У корня поврежденной конечности накладывают резиновый жгут, иммобилизуют конечность транспортной шиной и придают ей возвышенное положение. При общих явлениях применяют противошоковые меры. Пострадавшему дают порошок чайной соды (2 г) и рекомендуют обильное питье. Затем его срочно направляют в лечебное учреждение или вызывают к нему врача скорой помощи.

1.3 Лабораторная работа № 3 – «Исследование параметров микроклимата воздуха рабочей зоны»

Цель работы:ознакомиться с системой параметров, характеризующих микроклимат рабочей зоны, их нормированием, методами и средствами их контроля и нормализации.

Задание к лабораторной работе

Измерить температуру, влажность и давление в климатической камере до и после включения нагревательного прибора и увлажнения. Определить в соответствии с нормативными документами

и диаграммой оптимальные параметры микроклимата и зону комфорта, сравнить с полученными значениями.

Требования к методам измерения и контроля показателей микроклимата (выдержка из ГОСТ 12.1.005 - 88)

Измерения показателей микроклимата должны проводиться в начале, середине и конце холодного и теплого периода года не менее 3 раз в смену (в начале, середине и конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, измерения необходимо проводить также при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих, имеющих место в течение рабочей смены.

Температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха измеряют на высоте, 1,0 м от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте 1,5 м - при работах, выполняемых стоя. Измерения проводят как на постоянных, так и на непостоянных рабочих местах при их минимальном и максимальном удалении от источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.).

В помещениях с большой плотностью рабочих мест, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха распределяются равномерно по всему помещению в соответствии с табл. 1.

Таблица 1. Минимальное количество участков измерения параметров микроклимата

Площадь помещения, $м^2$	Количество участков измерения
До 100	4
От 101 до 400 включ.	8
Св. 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

Для определения разности температуры воздуха и скорости его движения по высоте рабочей зоны следует проводить выборочные измерения на высоте 0,1; 1,0 и 1,7 м от пола или рабочей площадки в соответствии с задачами исследования.

При наличии источников лучистого тепла интенсивность теплового облучения на постоянных и непостоянных рабочих местах необходимо определять в направлении максимума теплового излучения от каждого из источников, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку на высоте 0,5; 1,0 и 1,5м от пола или рабочей площадки.

Измерения температуры поверхностей ограждающих конструкций (стен, пола, потолка) или устройств (экранов и т.п.), наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств следует производить в рабочей зоне на постоянных и непостоянных рабочих местах.

Температуру и относительную влажность воздуха следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения источников лучистого тепла температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами типа ПБУ-1М, суточными и

недельными термографами и гигрографами при условии сравнения их показаний с показаниями аспирационного психрометра.

Скорость движения воздуха измеряют анемометрами ротационного действия (крыльчатые анемометры). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,3 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, измеряют электроанемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами и т. п.

Тепловое облучение, температуру поверхностей ограждающих конструкций (стен, пола, потолка) или устройств (экранов и т.п.), наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств следует измерять приборами типа актинометров, болометров, электротермометров и т. п.

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должна соответствовать требованиям табл. 2.

Таблица 2. Требования к измерительным приборам

Наименование показателя	Диапазон измерения	Предельное отклонение
Температура воздуха по сухому термометру, °С	От 30 до 50 включ.	±0,2
Температура воздуха по смоченному термометру, °С	От 0 до 50 включ.	±0,2
Температура поверхности, °С	От 0 до 50 включ.	±0,5
Относительная влажность воздуха, %	От 10 до 90 включ.	±5,0
Скорость движения воздуха, м/с	От 0 до 0,5 включ. Св. 0,5	±0,05 ±0,1
Интенсивность теплового облучения, Вт/м^2	От 10 до 350 включ.	±5,0
	Св. 350	±50,0

Оборудование:лабораторный стенд "Климатическая камера", включающий нагревательный прибор, увлажнитель воздуха, осевой вентилятор, систему вытяжной вентиляции.

Измерительные приборы:

барометр-анероид;
стационарный психрометр (типа Августа);
аспирационный психрометр (типа Ассмана);
цифровой анемометр (чашечный);

Ход работы

1. Провести замеры атмосферного давления, температуры и влажности в камере, заполнить таблицу 3, занести результаты измерений в таблицу 4.

2. Включить на 10 мин. нагревательный прибор и вновь произвести замеры параметров.

4. На нагревательный прибор поставить сосуд с водой и через 10 мин. вновь провести замеры.

5. Включить осевой вентилятор и провести замеры скорости воздуха на различных расстояниях от него с шагом 10 см, занести результаты измерений в таблицу 5, одновременно вновь определить значения параметров микроклимата. Построить график зависимости скорости от расстояния (рис. 1).

6. Проанализировать полученные результаты, сравнив их с требованиями ГОСТ 12.1.005 - 88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". С помощью номограммы эквивалентно-эффективной температуры (рис. 2) определить, соответствуют ли полученные значения параметров микроклимата зоне комфорта. Сделанные выводы записать в отчет.

7. С помощью построенного графика зависимости скорости движения воздуха от расстояния $\upsilon(r)$ (рис. 1) определить место расположения зоны комфорта.

8. Сделать выводы и записать в отчет.

Таблица 3. Приборы контроля параметров микроклимата (по паспортам приборов)

Контролируемый параметр	Прибор	Заводской номер	Погрешность измерений*
Температура	термометр ртутный		
Влажность	психрометр аспирационный		
Скорость движения воздуха	анемометр чашечный		

*Сведения берутся из паспорта прибора.

Таблица 4. Результаты проведения замеров

Условия и место проведения замеров	Температура, °С по термометру		Относительная влажность*, %	Атмосферное давление, мм рт.ст./кПа
	сухому	мокрому		
1. В климатической камере				
2. После включения нагревательного прибора				
3. После увлажнения воздуха в камере				
4. При работе вентилятора				

* Определяется по номограмме, прилагаемой к психрометру, или по психрометрической таблице.

Таблица 5. Результаты изменения подвижности воздуха при работе осевого вентилятора

Порядковый номер отсчета	Расстояние от вентилятора r, см	Скорость потока воздуха υ, м/с
	10	
	20	
	30	
	40	
	50	

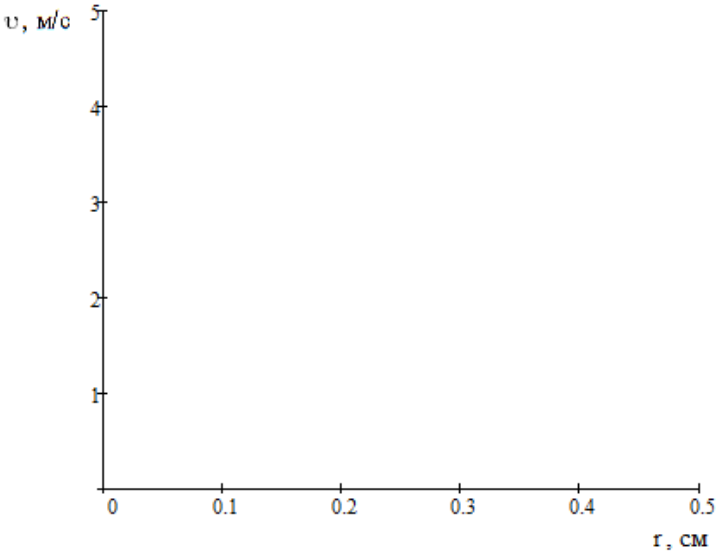


Рисунок 1. График зависимости скорости воздушного потока от расстояния

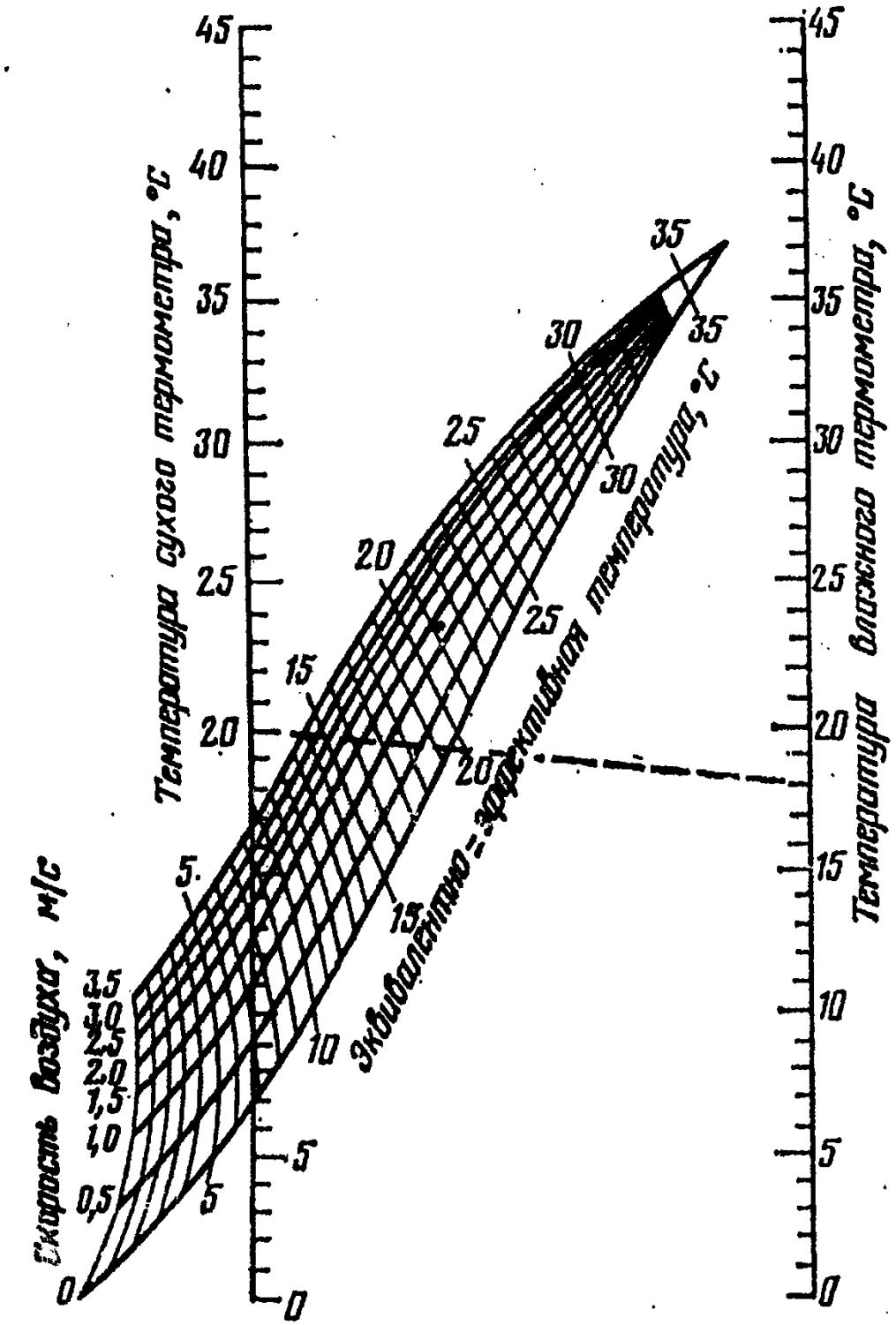


Рисунок 2. Номограмма эквивалентно-эффективных температур

Выводы

(см. пп. 6-8 выполнения лабораторной работы).

Вопросы для самоконтроля

1. Как осуществляется теплообмен человека с окружающей средой?

2. От каких факторов зависит тепловой баланс системы "человек - окружающая среда"?

3. К каким последствиям может привести нарушение теплового баланса?

4. Какое влияние оказывают на самочувствие человека параметры микроклимата?

5. Как осуществляется терморегуляция организма человека?

6. Назовите параметры, характеризующие микроклимат. Какие из них нормируются?

7. Какими нормативными документами регламентируются значения параметров микроклимата?

8. Чем отличаются оптимальные значения параметров микроклимата от допустимых?

9. Что называется зоной комфорта и от чего она зависит?

10. От каких условий зависят устанавливаемые нормами значения параметров микроклимата?

11.Какие приборы необходимы для измерения значений параметров микроклимата?

12. Как часто необходимо контролировать параметры микроклимата в производственных помещениях?

13. Каков порядок проведения замеров параметров микроклимата (выбор измерительных точек, число необходимых замеров, время их проведения)?

Рекомендуемая литература:

1, 9, 11, 18.

1.4 Лабораторная работа № 4 – «Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

Цель работы: ознакомиться с нормированием и методами контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочих зон.

Задание к лабораторной работе

Определить содержание вредных веществ в газовой камере лабораторного стенда, проанализировать полученные результаты, сделать выводы.

Оборудование: лабораторный стенд “Газовая камера”.

Измерительные приборы: газоанализатор УГ-2, психрометр, барометр-анероид.

Ход работы

1. Определить содержание вредных веществ в газовой камере лабораторного стенда, проведя не менее трех замеров на каждое из веществ, указанных преподавателем.

2. Одновременно с помощью психрометра и барометра определить параметры микроклимата.

3. Полученные данные занести в протокол (таблица 6).

4. Провести оценку точности измерений и окончательный результат привести к нормальным условиям так, как это указано в ГОСТ 12.1.005—88 (см. Примечание).

5. Проанализировать полученные результаты, определив по ГОСТ 12.1.005—88 класс опасности и ПДК исследуемых веществ, характер их воздействия на организм человека, соответствие полученных результатов требованиям указанного стандарта. Сделать выводы.

При подготовке к работе обратить особое внимание на порядок определения ПДК при совокупном воздействии вредных веществ, в том числе однонаправленного действия, изложенный в ГОСТ 12.1.005—88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”.

Примечание. (Приведение к нормальным условиям).

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.014—84 “Метод измерения концентраций вредных

веществ индикаторными трубками”концентрацию, полученную в ходе проведения замеров, приводят к нормальным условиям (температура 293 К (20°С), барометрическое давление 101,3 кПа (760 мм рт.ст.)) по формуле:

$$C_{пр} = C_{изм} \cdot \frac{760 \cdot (t + 273)}{293 \cdot p} \qquad (1)$$

где $C_{изм}$ - измеренное значение концентрации;

t - температура при отборе пробы;

p - давление при отборе пробы.

Отчет по лабораторной работе № 4

“Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны”

Основные понятия

Предельно допустимая концентрация —это

Линейно-колористический метод определения содержания вредных веществ заключается в

Методика проведения контроля содержания вредных веществрабочей зоне (краткое изложение требований к порядку проведения контроля по ГОСТ 12.1.005—88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”и ГОСТ 12.1.014 “Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками”).

ПРОТОКОЛ

проведения замеров концентрации вредных веществ

Помещение _____

Наличие вентиляции _____

(приточная, вытяжная, включена или нет)

Параметры микроклимата в помещении:

температура _____^{o}С

влажность ___ %

давление _____ мм рт.ст.

Метод определения _____

Прибор для взятия пробы <u>УГ —2</u>

Таблица 6. Результаты замеров концентрации вредных веществ

Номер пробы	Вещество	Объем воздуха, протянутого через аспиратор, л	Интервал времени отбора пробы, с.	Концентрация, мг/м^3

Приведение к нормальным условиям:

$C_{пр.}$=

Выводы

Данное в работе вещество - _____, относится к _____ классу
(наимен-ие ве-ва)

опасности и оказывает на человека преимущественно _____ воздействие.

Полученное в ходе исследование значение концентрации _____ превышает (ниже) установленную ПДК в ___ раз.

(наименование вещества)

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы возможные последствия воздействия вредных веществ на организм человека?
2. Какие критерии существуют для оценки содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
3. Как классифицируются вредные вещества по степени опасности воздействия на организм человека?
4. Как классифицируются вредные вещества по типу воздействия на организм человека?
5. Какая концентрация вредных веществ называется предельно допустимой?
6. Как определяется соответствие ПДК, если в воздухе имеется смесь веществ?
7. Какие существуют методы определения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
8. В чем заключается сущность линейно-колористического метода определения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
9. От чего зависит периодичность проведения замеров содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
10. Как выбираются точки отбора проб для определения содержания вредных веществ в рабочей зоне?

Рекомендуемая литература: 1, 2, 9, 11.

1.5 Лабораторная работа № 5 – «Исследование запыленности воздуха весовым методом»

Цель работы: ознакомиться с методикой и приборами, используемыми для исследования запыленности воздуха рабочей зоны.

Оборудование: лабораторный стенд ОТ-1 - “Пылевая камера”, имитирующий рабочую зону .

Измерительные приборы: аналитические весы, барометр-анероид, стационарный психрометр, секундомер.

Задание к лабораторной работе

1. Взвесить нужное количество фильтров (при подготовке квзвешиванию не касаться руками фильтрующего элемента), записать в протокол номер и массу каждого фильтра, вставить первый фильтр в аллонж-пробозаборник.
2. Собрать все элементы в единую схему: аллонж-резиновая трубка-штуцер.
3. Включить вентилятор в пылевой камере (для приведения пыли во взвешенное состояние).
4. Включить аспиратор, отрегулировать объемную скорость протягивания воздуха через фильтр.

5. Вставить аллонж с фильтром в отверстие на передней стенке пылевой камеры. Одновременно с этим включить секундомер, зафиксировать начало отбора пробы.

Примечание: Во время отбора пробы необходимо следить запостоянством объемной скорости, при необходимости следуетподрегулировать ее вентилем.

6. Провести замеры температуры и давления.

7. По окончании отбора пробы выключить аспиратор и секундомер, осторожно вынуть фильтр из аллонжа, сложить вчетверо и взвесить его на весах. В протокол записать массу загрязненного фильтра, температуру и давление воздуха.

8. Повторить эксперимент с остальными взвешенными фильтрами.

9. Объем воздуха, V, прошедший через фильтр, привести к нормальным условиям (т.е. к объему $V_{пр}$, который он занимал бы при температуре 20 ^{o}C и нормальном атмосферном давлении, равном 760 мм рт. ст. по формуле 2).

$$V_{пр} = \frac{V \cdot u \cdot \tau \cdot 760 \cdot (t + 273)}{1000 \cdot P_{ф} \cdot 293} \qquad (2)$$

где t - температура воздуха при отборе проб, ^{o}C;

$P_{ф}$ - фактическое барометрическое давление в момент отбора проб, мм рт. ст.;

u - скорость отбора пробы, л/мин;

τ - время отбора пробы, мин.;

1000 - коэффициент перевода литров в кубические метры (1 м^3 = 1000 л);

10. Определить концентрацию пыли в воздухе по формуле

$$C=(m-m_o)/V_{пр} \qquad (5)$$

где m —масса запыленного фильтра, мг;

m_o —масса чистого фильтра, мг.

Результаты расчета занести в протокол.

11. Проанализировать полученные результаты, сравнив их с требованиями ГОСТ 12.1.005—88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”. Сделанные выводы записать в отчет.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные источники и свойства пылей, выделяющихся в технологических процессах различных отраслей промышленности.

2. Какое воздействие на организм человека могут оказывать промышленные пыли ?

3. Какие существуют методы контроля запыленности воздуха ?

4. Перечислите коллективные и индивидуальные средства защиты работающих от пыли.

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

“Исследование запыленности воздуха весовым методом”

Основные понятия

Пыль и ее свойства. ПДК _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Нормирование запыленности воздуха

Содержание пыли в воздухе рабочей зоны нормируется ГОСТ 12.1.005—88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”в зависимости от _____

Методика проведения контроля за запыленностью воздуха в рабочей зоне

(Краткое изложение методики из ГОСТ 12.1.005—88 с указанием места, способов, длительности и регулярности проведения замеров). _____

Таблица 7. Приборы контроля запыленности производственной среды

Контролируемый параметр	Приборы	Тип прибора	Погрешность измерения
	Весы		
	Аспиратор		
	Термометр		
	Барометр		

Температура воздуха_____^{o}C,
Атмосферное давление _____ мм рт.ст.

Таблица 8. Результаты замеров запыленности

№ пп	Масса чистого фильтра m_1, мг	Масса запыленного фильтра m_2, мг	Длительность опыта t, мин	Скорость отбора пробы u, л/мин	Объем протянутого воздуха $V_{пр}$, л	Вычисленная концентрация пыли C, мг/м^3	ПДК, мг/м^3
1							
2							
3							

Выводы (о степени загрязненности воздуха): _____
_____
_____
_____

Рекомендуемая литература: 1, 10, 11, 14, 18, 19.

1.6 Лабораторная работа № 6 – «Эффективность и качество искусственного освещения»

Цель работы – изучение количественных и качественных характеристик освещения, оценка влияния типа светильника и цветовой отделки интерьера помещения на освещенность и коэффициент использования светового потока.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и самочувствие, определяет эффективность труда.

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

Около 80 % из общего объема информации человек получает через зрительный аппарат. Качество получаемой информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерационально организованное освещение может, кроме того, явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: *естественное, искусственное и совмещенное (смешанное)*.

СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСВЕЩЕНИЯ

Для гигиенической оценки освещения используются светотехнические характеристики, принятые в физике.

Видимое излучение – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм (1 нм = 10^{-9} м), регистрируемых человеческим глазом.

Световой потокF– мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Сила светаI_α - пространственная плотность светового потока:

$$I_\alpha = dF / d\omega \quad (1),$$

где: dF – световой поток (лм), равномерно распределяющийся в пределах телесного угла $d\omega$. Единица измерения силы света - кандела (кд), равная световому потоку в 1 лм (люмен), распространяющемуся внутри телесного угла в 1 стерадиан.

Освещенность – поверхностная плотность светового потока, люкс (лк):

$$E = dF / dS \quad (2),$$

где: dS– площадь поверхности (м^2), на которую падает световой поток dF.

Яркость B – поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость, являющаяся характеристикой светящихся тел, равна отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению.

$$B = I_\alpha / dS \cdot \cos\alpha, \quad (3),$$

где I_α - сила света, кд; dS - площадь излучающей поверхности, м^2; α - угол между направлением излучения и плоскостью, град.

Единицей измерения яркости является кд/м^2, это яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в
1 кд с площади 1 м^2.

ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых испытывается недостаток естественного света, а также для освещения помещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

По принципу организации искусственное освещение можно разделить на два вида: общее и комбинированное.

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

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока. *Местное* освещение предназначено для освещения только

рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участкам. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается, так как резкий контраст между ярко освещенными инеосвещенными местами утомляет зрение, замедляет скорость работы и нередко является причиной несчастных случаев.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное*.

Рабочее освещение предусматривается для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение в помещениях и на местах производства работ необходимо предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса или работы объектов жизнеобеспечения. Наименьшая освещенность, создаваемая аварийным освещением, должна составлять 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий.

Эвакуационное освещение следует предусматривать в местах, отведенных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей в количестве более 50 человек. Это освещение должно обеспечивать на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц освещенность не менее 0,5 лк в помещениях и 0,2 лк на открытой территории.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территории, охраняемой в ночное время. Охранное освещение должно обеспечивать освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли.

ИСТОЧНИКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

В качестве источников искусственного освещения применяются *лампы накаливания и газоразрядные лампы.*

В *лампах накаливания* источником света является раскаленная вольфрамовая проволока. Эти лампы дают непрерывный спектр излучения с повышенной (по сравнению с естественным светом) интенсивностью в желто-красной области спектра. По конструкции лампы накаливания бывают вакуумные, газонаполненные, бесспиральные (галогенные).

Общим недостатком ламп накаливания является сравнительно небольшой срок службы (менее 2000 часов) и малая световая отдача (отношение создаваемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности) (8 – 20 лм/Вт). В промышленности они находят применение для организации местного освещения.

Наибольшее применение в промышленности находят *газоразрядные лампы* низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы низкого давления, называемые *люминесцентными*, содержат стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30 – 80 мг) и смесью инертных газов под давлением около 400 Па. На противоположных концах внутри трубки размещаются электроды, между которыми, при включении лампы в сеть, возникает газовый разряд, сопровождающийся излучением преимущественно в ультрафиолетовой области спектра. Это излучение, в свою очередь, преобразуется люминофором в видимое световое излучение. В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью.

В последние годы появились газоразрядные лампы низкого давления со встроенным высокочастотным преобразователем. Газовый разряд в таких лампах (называемый вихревым) возбуждается на высоких частотах (десятки кГц) за счет чего обеспечивается очень высокая светоотдача.

К газоразрядным лампам высокого давления (0,03 – 0,08 МПа) относят *дуговые ртутные лампы* (ДРЛ). В спектре излучения этих ламп преобладают составляющие зелено-голубой области спектра.

Основными достоинствами газоразрядных ламп является их долговечность (свыше 10000 часов), экономичность, малая себестоимость изготовления, благоприятный спектр излучения, обеспечивающий высокое качество цветопередачи, низкая температура поверхности. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах от 30 до 105 лм/Вт, что в несколько раз превышает светоотдачу ламп накаливания.

НОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливается в зависимости от характеристики зрительной работы и регламентируется строительными нормами и правилами СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение”.

Характеристика зрительной работы определяется минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

Объект различения – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые следует контролировать в процессе работы.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается: светлым при коэффициенте отражения ρ светового потока поверхностью более 0,4; средне светлым при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; темным при коэффициенте отражения менее 0,2.

Контраст объекта различения с фоном (K) определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта B_o и фона $B_ф$ к наибольшей их этих двух яркостей. Контраст считается большим при значениях K более 0,5; средним - при значениях K от 0,2 до 0,5; малым – при значениях K менее 0,2.

В соответствии со СНиП 23-05-95 все зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы. Допустимые значения наименьшей освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях приведены в СНиП 23-05-95 (в зарубежных нормах размер объекта различения часто указывают в угловых минутах).

Кроме цветности источников света и цветовой отделки интерьера, влияющих на субъективную оценку освещения, важным параметром, характеризующим качество освещения, является коэффициент пульсации освещенности $K_п$:

$$K_п = (E_{макс} - E_{мин})/2E_{ср} \cdot 100\% \qquad (4),$$

где: $E_{макс}$ - максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности;

$E_{мин}$ - минимальное значение пульсирующей освещенности;

$E_{ср}$ - среднее значение освещенности.

Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта. *Стробоскопический эффект* – кажущееся изменение или прекращение движения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой. Например, если вращающийся белый диск с черным сектором освещать пульсирующим световым потоком (вспышками), то сектор будет казаться: неподвижным при частоте $f_{всп} = f_{вращ}$, медленно вращающимся в обратную сторону при $f_{всп} > f_{вращ}$, медленно вращающимся в ту же сторону при $f_{всп} < f_{вращ}$, где $f_{всп}$ и $f_{вращ}$ - соответственно частоты вспышек и вращения диска. Пульсации освещенности на вращающихся объектах могут вызывать видимость их неподвижности, что в свою очередь, может явиться причиной травматизма.

Значение $K_п$ меняется от нескольких процентов (для ламп накаливания) до нескольких десятков процентов (для люминесцентных ламп). Малое значение $K_п$ для ламп накаливания объясняется большой тепловой инерцией нити накала, препятствующей заметному уменьшению светового потока $F_{лн}$ ламп в момент перехода мгновенного значения переменного напряжения сети через 0 (Рис.1). В то же время газоразрядные лампы обладают малой инерцией и меняют свой световой поток $F_{лл}$ почти пропорционально амплитуде сетевого напряжения (Рис.1).

Для уменьшения коэффициента пульсации освещенности $K_п$ люминесцентные лампы включаются в разные фазы трехфазной электрической сети. Это хорошо поясняет нижняя кривая на рис. 1, где показан характер изменения во времени светового потока (и связанной с ним освещенности), создаваемого тремя люминесцентными лампами $3F_{лл}$, включенными в фазу А и в три различные фазы сети. В последнем случае за счет сдвига фаз на 1/3 периода провалы в световом потоке каждой из ламп компенсируются световыми потоками двух других ламп, так что пульсации суммарного светового потока существенно уменьшаются. При этом среднее значение освещенности, создаваемой лампами, остается неизменным и не зависит от способа их включения.

В соответствии со СНиП 23-05-95 коэффициент пульсации освещенности $K_п$ нормируется в зависимости от разряда зрительных работ с сочетании с показателем ослепленности P:

$$P = (s - 1)\cdot 10^3, \qquad (5)$$

где s – коэффициент ослепленности, определяемый как:

$$s = (\Delta B_{пор})_s / \Delta B_{пор}, \qquad (6)$$

где $\Delta B_{пор}$ - пороговаяразностьяркости объекта и фона при обнаружении объекта на фоне равномерной яркости, $(\Delta B_{пор})_s$- то же при наличии в поле зрения блеского (яркого) источника света.

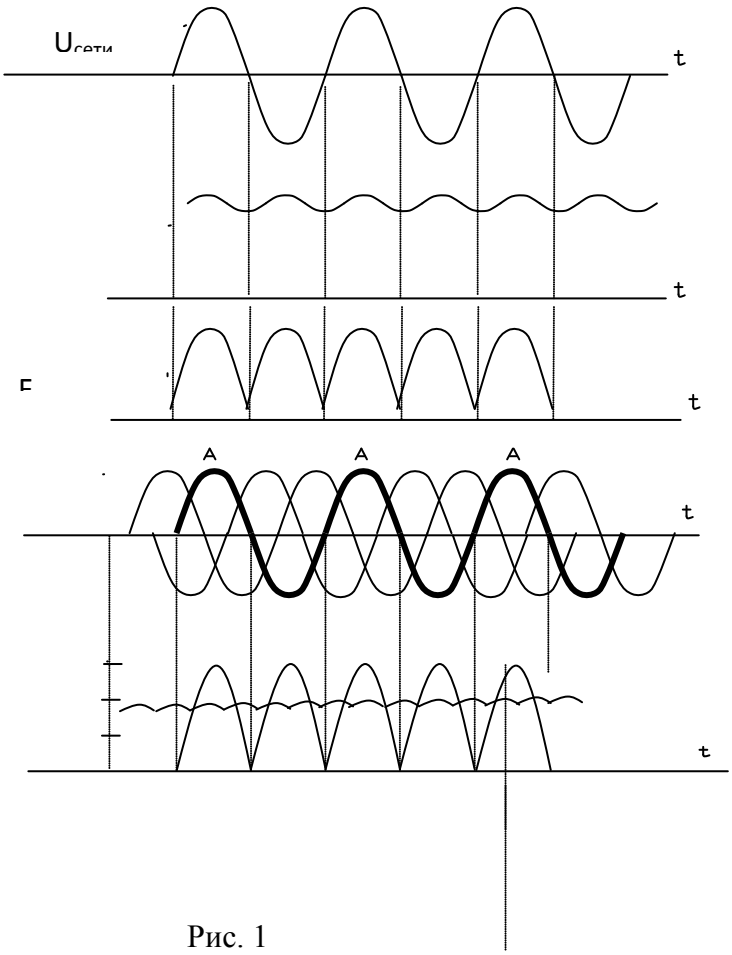


Рис. 1

На освещенность рабочих поверхностей в производственном помещении влияют отражение и поглощение света стенами, потолком и другими поверхностями, расстояние от светильника до рабочей поверхности, состояние излучающей поверхности светильника, наличие рассеивателя света и т.д. Вследствие этого полезно используется лишь часть светового потока, излучаемого источником света.

КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Расчет искусственного освещения предусматривает: выбор типа источника света, системы освещения и светильника, проведение светотехнических расчетов, распределение светильников и определение потребляемой системой освещения мощности. Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется *коэффициентом использования светового потока или коэффициентом использования осветительной установки* (η) и определяется как отношение фактического светового потока ($F_{факт}$)к суммарному световому потоку ($F_{ламп}$) используемых источников света, определенному по их номинальной мощности в соответствии с нормативной документацией:

$$\eta = F_{факт} / F_{ламп} \qquad (7)$$

Значение фактического светового потока $F_{факт}$можно определить по результатам измерений в помещении средней освещенности $E_{ср}$по формуле:

$F_{факт} = E_{ср} \cdot S$(8),

где: S – площадь помещения, м^2.

При проектировании освещения для оценки светового потока $F_{факт}$ используется формула:

$$F_{факт} = E \cdot S \cdot K_з \cdot Z \qquad (9),$$

где: E – нормируемаяосвещенность, лм (Приложение 1), $K_з$– коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников (обычно $K_з$ - 1,3 для ламп накаливания и 1,5 для люминесцентных ламп).Z- коэффициент неравномерности освещения (обычно Z= 1,1 – 1,2).

Отражающие свойства поверхностей помещения можно учесть с помощью коэффициента отражения светового потокаρ. В случае равномерно диффузного отражения, когда отраженный световой поток рассеивается с одинаковой яркостью во всех направлениях, яркость участка равномерно диффузно отражающей поверхности равна:

$$B_{отр} = E \cdot \rho / \pi \qquad (10),$$

где E – освещенностьповерхности.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Измерить освещенность, создаваемую различными источниками света и сравнить с нормируемыми значениями. По измеренным значениям освещенности определить коэффициент использования осветительной установки. Измерить и сравнить коэффициенты пульсаций освещенности, создаваемой различными источниками света, оценить зависимость коэффициента пульсаций освещенности от способа подключения ламп к фазам трехфазной сети.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и пульсметр-люксметра для измерения значений освещенности и коэффициента её пульсаций. Макет и пульсметр-люксметр устанавливаются на стол лабораторный.

Внешний вид макета представлен на рис.2. Макет имеет каркас 1 из алюминиевого профиля, пол 2, потолок 3, боковые стенки 4, заднюю стенку и переднюю стенку 5. На заднюю и боковые стенки внутри макета помещения могут устанавливаться накладки темного цвета, которые фиксируются с помощью магнитных защелок.

Передняя стенка 5 жестко вмонтирована в каркас и выполнена из тонированного прозрачного стекла. В передней нижней части каркаса 1 предусмотрен проем для установки накладок и измерительной головки 6 пульсметр-люксметра 7 внутрь каркаса. На полу 2 размещен вентилятор 8 для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы.

На потолке 3 размещены 7 патронов, в которых установлены две лампы накаливания 9, три люминесцентные лампы 10 типа КЛ9, галогенная лампа 11 и люминесцентная лампа 12 типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу 2 цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета.

Включение электропитания установки производится автоматом защиты, находящимся на задней панели каркаса, и регистрируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса.

На передней панели каркаса (рис.3) расположены органы управления и контроля, в том числе:

- лампа индикации включения напряжения сети;
- переключатель для включения вентилятора;
- ручка регулирования частоты вращения вентилятора;
- переключатели (1 – 7) для включения ламп.

Электропитание ламп накаливания и люминесцентных ламп осуществляется от разных фаз. Схема позволяет включать отдельно каждую лампу с помощью соответствующих переключателей, расположенных на передней панели каркаса (рис.3).

На задней панели каркаса расположен автомат защиты сети и сдвоенная розетка с напряжением 220 В для подключения измерительных приборов.

Пульсметр-люксметр «ТКА-ПКМ»/08 выполнен в портативном исполнении. Конструктивно он состоит из двух функциональных блоков: электронно-оптического и блока обработки сигналов, связанных между собой гибким многожильным кабелем. На лицевой стороне блока обработки сигналов расположены следующие органы управления и индикации:

- цифровой индикатор (2 строки по 16 разрядов);
- кнопки питания **«ВКЛ»** и **«ВЫКЛ»**;
- кнопка управления **«HOLD»** («удержание»);
- кнопка **«Подсветка»**;
- разъем типа DB-9M.

! *ВНИМАНИЕ*:засветка датчика во время обнуления приводит к неправильным измерениям.

После пропадания предупреждающей надписи прибор переходит в режим измерений. В первой строке выводится текущая освещенность **E** в лк, а во второй строке – коэффициент пульсаций освещенности $\mathbf{K_п}$ в %.

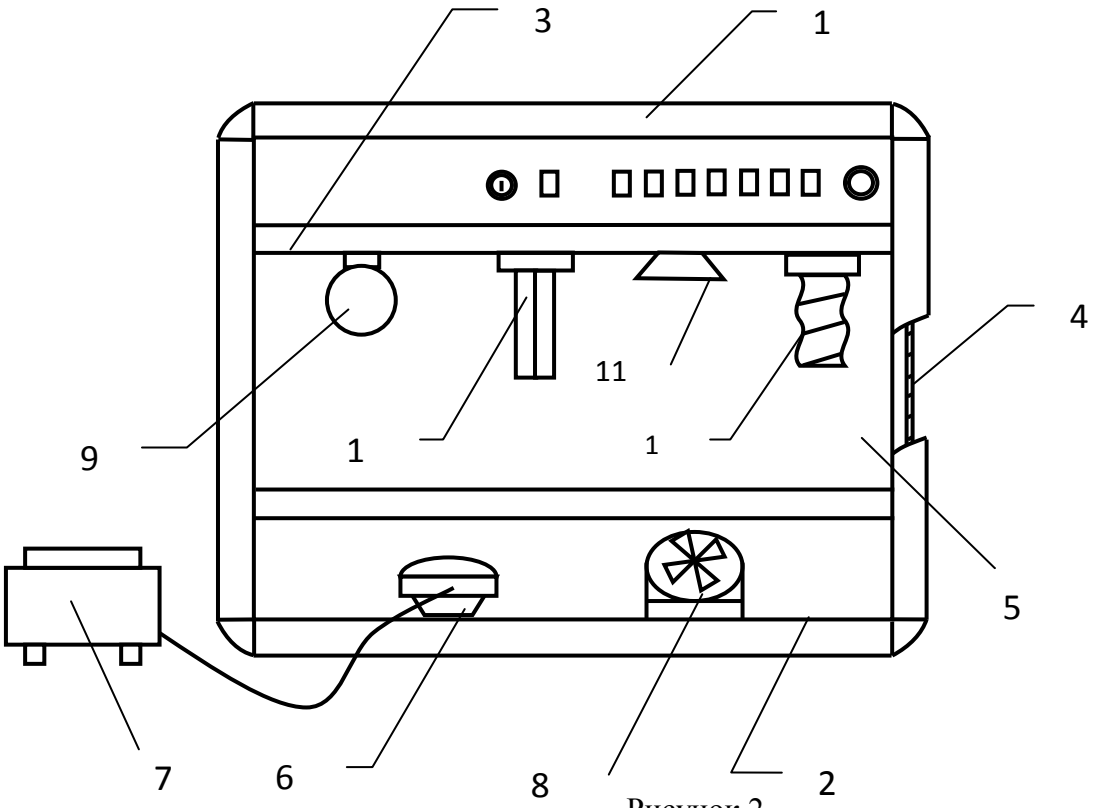


Рисунок 2

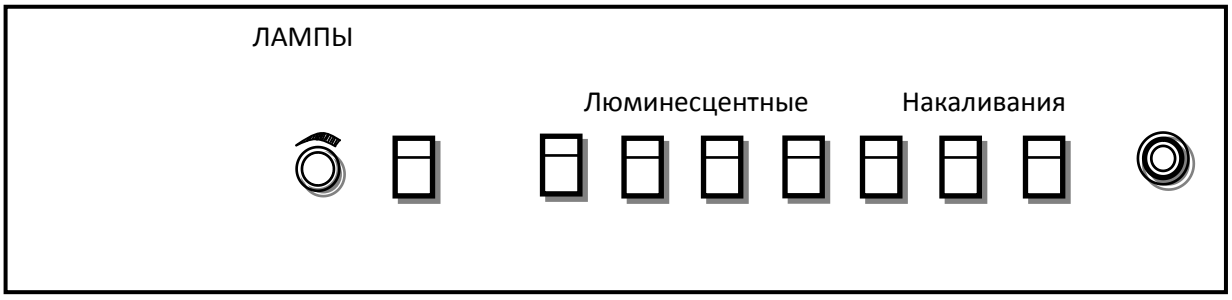


Рисунок 3

Фотоприёмный элемент с корригирующими фильтрами, формирующими спектральные характеристики, располагаются в измерительной головке в верхней части электронно-оптического блока.

На задней стенке блока обработки сигналов расположена крышка батарейного отсека.

После включения прибора кнопкой **«ВКЛ»** необходимо произвести **полноезатемнение** датчика и нажать кнопку **«HOLD»**. Процесс обнуления сопровождается надписью на индикаторе: **«Подождите, идет измерение»**.

Для запоминания измеренного показания на индикаторе необходимо кратковременно нажать кнопку **«HOLD»**. В правом поле индикатора появится буква **«Н»**. Для продолжения измерений необходимо еще раз нажать кнопку **«HOLD»**.

Если во время работы прибора появится надпись: «**Замените батарейку»**, информирующая о недостаточной емкости батареи питания, то необходимо произвести замену элемента питания.

Прибор выключается кнопкой **«ВЫКЛ»**.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

Для предотвращения перегрева установки при длительной работе ламп необходимо включить вентилятор.

После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Установить на стенки макета производственного помещения накладки темного цвета.

ВНИМАНИЕ!

При установке накладок соблюдать осторожность, чтобы не повредить баллоны ламп на потолке модели помещения.

Включить установку с помощью автомата защиты, находящимся на задней панели каркаса.

Включить лампы (выбор ламп производится по заданию преподавателя).

Произвести измерение освещенности с помощью пульсметр-люксметра не менее чем в пяти точках макета производственного помещения (в центре и углах пола), определить среднее значение освещенности $\mathbf{E_{ср}}$.

Убрать накладки.

ВНИМАНИЕ!

При извлечении накладок, особенно на задней стенке, соблюдать осторожность, чтобы не повредить баллоны ламп на потолке модели помещения.

Произвести измерение освещенности не менее чем в пяти точках макета производственного помещения, определить среднее значение освещенности. 2.3.7. Сравнить полученные в результате измерений по п.п. 2.3.4 и 2.3.6 значения освещенности с допустимыми значениями освещенности, приведенными в Приложении 1 (разряд зрительных работ принять по указанию преподавателя).

По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока $\mathbf{F_{факт.}}$ по формуле (8):

$$F_{факт.} = E_{ср}S$$

где $E_{ср}$- среднее значение освещенности;

S - площадь макета помещения, м^2.

Вычислить коэффициент использования осветительной установки $\boldsymbol{\eta}$ для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле (7). Суммарный световой поток $\mathbf{F_{ламп}}$ выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по табл.1.

Таблица 1

Тип ламп	Номинальная мощность, Вт	Номинальный светоі поток, лм
Лампа накаливания	60	730
Лампа накаливания криптоновая	60	800
Лампа люминесцентная КЛ9	9	600 (465)*
Лампа люминесцентная СКЛЭН	11	700
Лампа галогенная	50	850

* После минимальной продолжительности горения (2000 часов)

Повторить измерения для другого типа ламп.

Сравнить значения коэффициентов использования осветительных установок, полученные для случаев с использованием различных источников света и различной окраской стен.

С помощью пульсметр-люксметра измерить коэффициент пульсации освещенности при включении одной лампы накаливания, а затем – при включении одной люминесцентной лампы типа КЛ9. Сравнить полученные значения.

Измерить и сравнить между собой коэффициенты пульсации освещенности при включении одной люминесцентной лампы, затем – двух и наконец, при включении трех люминесцентных ламп типа КЛ9. (Следует учесть, что люминесцентные лампы включены в три различные фазы трехфазной сети, поэтому измерительную головку пульсметр-люксметра необходимо располагать в геометрическом центре системы включенных ламп).

2.3.14. Включить люминесцентную лампу типа КЛ9 в центре установки и вентилятор. Вращая ручку «Частота», регулирующую скорость вращения лопастей вентилятора, подобрать такую частоту, при которой возникает стробоскопический эффект (лопасти кажутся неподвижными).

2.3.15. Выключить стенд. Составить отчет о работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисенко Г.Ф. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1985.-319 с.
2. Кельберт Д.Л. Охрана труда в текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 304 с.
3. Фильев В.И. Регулирование условий труда на предприятиях РФ. – М.: Интел-Синтез, 1996. – 131 с.
4. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1996.

1.7 Лабораторная работа № 7 – «Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В»

Цель работы:

изучить влияние параметров сети на исход поражения человека электрическим током в сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью.

Оборудование:

универсальный лабораторный стенд по электробезопасности.

Измерительные приборы: вольтметр.

Пояснениях расчету

Ток, проходящий через тело человека, касающегося одной из фаз трехфазной сети с изолированной нейтралью при равенстве сопротивлений изоляции и емкостей проводов фаз относительно земли $r_A=r_B=r_C=r$; $C_A=C_B=C_C=C$ определяется по формуле:

$$I_ч = \frac{U_ф}{R_ч \cdot \sqrt{(1 + r(r + 6R_ч)/9R_ч^2(1 + r^2\omega^2C^2)}} \quad , \quad (1)$$

где $U_ф$ – фазное напряжение, В;

$R_ч$ – сопротивление тела человека, Ом;

ω – круговая частота (ω=2πf, f=50 Гц), рад/сек.

Ток, проходящий через тело человека, касающегося одной из фаз трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью, определяется по формуле:

$$I_ч = \frac{U_ф}{R_ч + R_0} \quad , \quad (2)$$

где R_0 – сопротивление заземления нейтрали, Ом.

Пояснения к обозначениям на панели стенда

Внешний вид стенда «Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В» приведен на рис. 1. Органы управления и их назначение:

- тумблер «ВКЛ» на основном блоке – подача напряжения на основной блок;

- кнопка «СЕТЬ» – подача напряжения на съемный блок;

- тумблер R_0 – выбор режима нейтрали;

- тумблер «ЗАМЫКАНИЕ» – имитация аварийного режима (появление напряжения на корпусе электроустановки);

- переключатели $\mathbf{r_a r_b r_c C_a C_b C_c}$ – установка величины сопротивления и емкости фаз относительно земли;

- переключатель $R_ч$ – установка величины электрического сопротивления тела человека.

Внимание! Подключение блока питания стенда к основному блоку и к электрической сети

осуществляет преподаватель.

ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТЕНДЕ

1. Исследование сети с изолированной нейтралью.

1.1. Поставить переключатель $\mathbf{r_a r_b r_c R_ч}$в положение «∞», а переключатели $\mathbf{C_a C_b}$и$\mathbf{C_c}$ в положение «0». Тумблер R_0 – в положение «ВЫКЛ».

Включить на стенде тумблер «СЕТЬ», а на вертикальной панели нажать кнопку «СЕТЬ». О готовности стенда к работе сигнализирует лампочка на блоке, а на вертикальной панели зажигается светодиод.

Измерить с помощью вольтметра напряжение $U_ф$ сети (для расчета по п.1.2).

Внимание! Показания вольтметра при измерении напряжения умножить на 10.

1.2. Рассчитать ток (см. пояснение к расчету), протекающий через тело человека при однополюсном прикосновении. Данные для расчета приведены в табл. 1. Вариант задания определяет преподаватель. Сопротивление тела человевка $R_ч$ задается преподавателем. Величина напряжения сети $U_ф$ определяется в п.1.1.

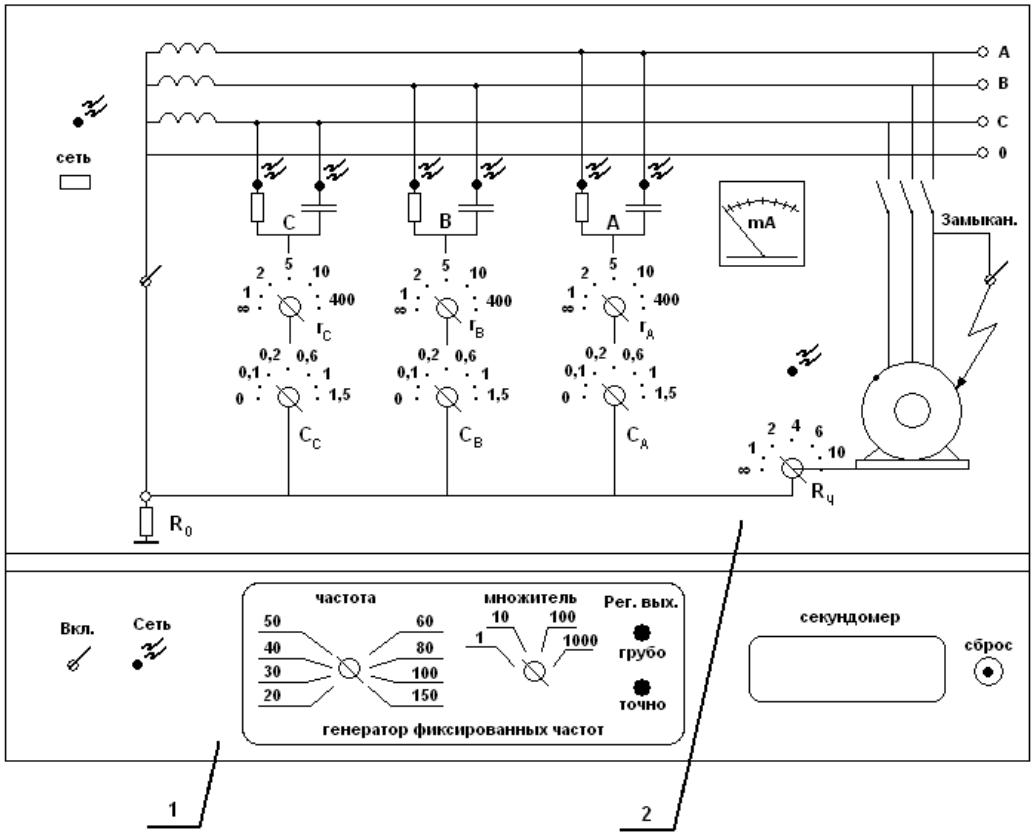


Рисунок 1.

Таблица 1. Варианты заданий

Номер варианта	Сопротивление фаз относительно земли r, кОм	Емкость фаз относительно земли С, мкФ
1	∞	0,1
2	1	0
3	5	0
4	∞	0,2
5	2	0
6	10	0
7	∞	0,5
8	400	0
9	10	0
10	∞	1

1.3. Включить на вертикальной панели тумблер «ЗАМЫКАНИЕ». О появлении напряжения на корпусе электродвигателя свидетельствует зажигание светодиода.

Исследовать зависимость величины протекающего через человека тока и напряжения прикосновения от:

а) величины сопротивления $r_A=r_B=r_C=$ r изоляции фаз

$$I_ч=f(r) \text{ и } U_{пр}=f(r) \text{ при } C_A=C_B=C_C=const \text{ и } R_ч=const.$$

Результаты измерений записать в табл.2.

б) величины емкости $C_A=C_B=C_C=C$ фаз относительно земли

$$I_ч=f(C) \text{ и } U_{пр}=f(C) \text{ при } r_A=r_B=r_C=const \text{ и } R_ч=const.$$

Результаты измерений занести в табл. 3.

1.4. Выключить на вертикальной панели тумблер «ЗАМЫКАНИЕ».

1.5. Построить по данным табл. 2 и 3 графики зависимостей: $I_ч=f(r)$ и $U_{пр}=f(r)$ при $C_A=C_B=C_C=const$, $R_ч=const$. $I_ч=f(C)$ и $U_{пр}=f(C)$ при $r_A=r_B=r_C=const$, $R_ч=const$.

1.6. Результаты расчета по п.1.2 сравнить с экспериментальными данными, полученными в п.1.3.

1.7. По результатам п. 1.5 сделать вывод о влиянии сопротивления r и емкости С фаз

относительно земли на степень опасности прикосновения человека к корпусу электрооборудования в сетях с изолированной нейтралью.

2. Исследование сети с глухозаземленной нейтралью

2.1. Перевести тумблер на вертикальной панели «R_0» в положение «ВКЛ.». Величина R_0 устанавливается в соответствии с требованиями ПУЭ.

2.2. Поставить переключатели r_A, r_B, r_C, C_A, C_B, C_C в положение в соответствии с заданием преподавателя.

2.3. Рассчитать ток, протекающий через человека при однополюсном прикосновении (см. пояснения к расчету и п.1.1).

2.4. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ». При этом на корпусе электродвигателя зажигается светодиод, свидетельствующий об аварии.

2.5. Исследовать зависимость величины протекающего через человека тока и напряжения прикосновения:

$$I_ч=f(R_ч) \text{ и } U_{пр}=f(R_ч) \text{ при } C_A=C_B=C_C=const\ r_A=r_B=r_C=const$$

Результаты измерений занести в табл. 4 и по ним построить графики зависимости.

Результаты расчета по п.2.3 сравнить с экспериментальными данными.

2.6. Поставить переключатели $r_A=r_B=r_C=r$ в положение «∞», а переключатели $C_A=C_B=C_C=C$ – в положение «0».

2.7. Исследовать зависимость величины протекающего через человека тока и напряжения прикосновения:

$$I_ч=f(R_ч) \text{ и } U_{пр}=f(R_ч) \text{ при } C_A=C_B=C_C=0,\ r_A=r_B=r_C=\infty$$

Результаты измерений занести в таблицу 4. Сравнить результаты расчета с экспериментальными данными.

2.8. Выключить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ».

2.9. Выключить стенд.

2.10. Построить по результатам п.2.5. и п.2.7. графики зависимостей:

$$I_ч=f(R_ч) \text{ при } C_A=C_B=C_C=C=const;$$

$$U_{пр}=f(R_ч) \text{ при } r_A=r_B=r_C=r=const.$$

2.11. Сделать выводы о влиянии сопротивления r и емкости C фаз относительно земли на степень опасности прикосновения человека к корпусу электрооборудования в сетях с глухозаземленной нейтралью.

2.12. На основании полученных результатов проанализировать степень опасности прикосновения человека к корпусу электрооборудования для различных режимов нейтрали сети.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение сетей с изолированной нейтралью.

2. От каких параметров сети с изолированной нейтралью зависит исход поражения человека электрическим током?

3. Дайте определение сетей с глухозаземленной нейтралью.

4. Какими параметрами определяется исход поражения человека электрическим током в сети с глухозаземленной нейтралью?

5. В каких случаях используют сети с изолированной и заземленной нейтралью?

6. Дайте сравнительную оценку опасности сетей с изолированной и заземленной нейтралью в случае нормального состояния изоляции фаз.

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 7

Исследование электробезопасности в сетях трехфазного тока напряжением до 1000 В при однополюсном прикосновении

Основные понятия

(Нормирование напряжений прикосновения и токов по ГОСТ 12.1.038-82* «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и тока».)

Используемое оборудование.

Результаты исследований

1. Сеть с изолированной нейтралью.

1.1. Результаты измерений.

Таблица 2

Влияние сопротивления фаз относительно земли

на величину тока и напряжения прикосновения

r, кОм			∞	1	2	5	10	400
C, мкФ	$R_ч$, кОм	$I_ч$, мА						
		$U_{пр}$, В						
C, мкФ	$R_ч$, кОм	$I_ч$, мА						
		$U_{пр}$, В						

Таблица 3

Влияние емкости фаз относительно земли на

величину тока и напряжения прикосновения

C, мкФ			0	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5
r, кОм	$R_ч$, кОм	$I_ч$, мА						
		$U_{пр}$, В						
r, кОм	$R_ч$, кОм	$I_ч$, мА						
		$U_{пр}$, В						

1.2. Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины сопротивления изоляции фаз относительно земли (C_A=C_B=C_C=C, $R_ч$=const)

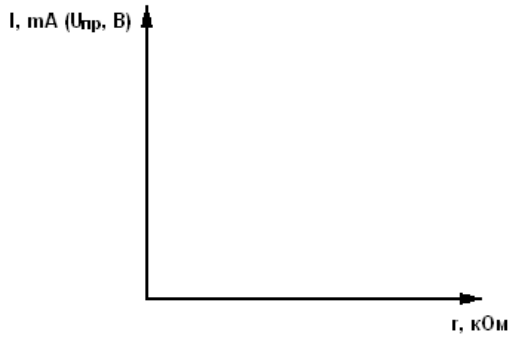


Рис.2.

1.3. Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины емкости фаз относительно земли (r_A=r_B=r_C=r=const, $R_ч$=const)

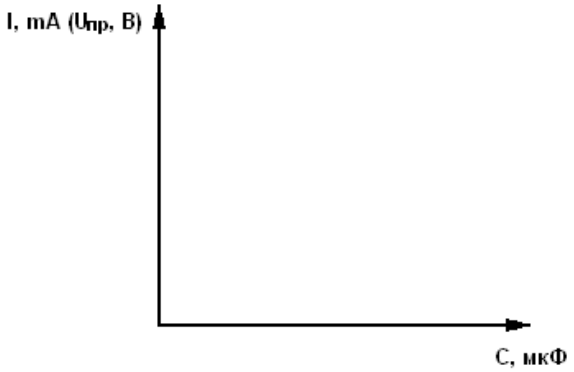


Рис.3.

2. Сеть с глухозаземленной нейтралью.

2.1. Результаты измерений.

Таблица 4

Влияние сопротивления тела человека на
величину тока и напряжения прикосновения

$R_ч$, кОм			∞	1	2	4	6	10
C, мкФ	r, кОм	$I_ч$, мА						
		$U_{пр}$, В						
C, мкФ	r, кОм	$I_ч$, мА						
		$U_{пр}$, В						

2.2. Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, и напряжения прикосновения от величины сопротивления тела человека $C_A=C_B=C_C=const$ и $r_A=r_B=r_C=const$.

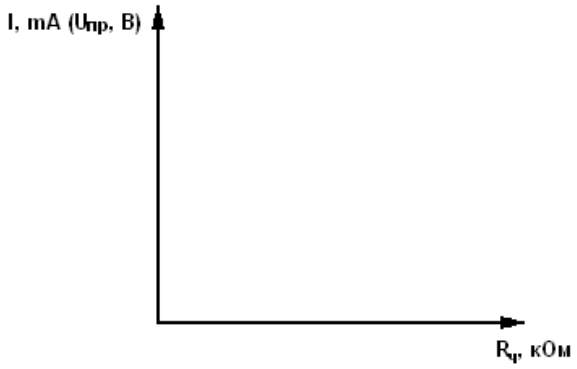


Рис.4.

В ы в о д ы:

1.8 Лабораторная работа № 8 – «Исследование эффективности зануления и защитного заземления»

Цель работы:

ознакомиться с устройством, назначением и основными характеристиками защитного заземления и зануления в электроустановках напряжением до 1000 В;

уяснить влияние параметров защитного заземления и зануления на исход поражения человека электрическим током.

Оборудование: универсальный лабораторный стенд по электробезопасности.

Измерительные приборы: вольтметр.

Пояснения к обозначениям на панели стенда

Внешний вид стенда по «Исследованию эффективности зануления и защитного заземления» приведен на рис.1.

Органы управления и их назначение:

- тумблер «ВКЛ»на основном блоке – подача напряжения на основной блок;

- кнопка «СЕТЬ» – подача напряжения на съемный блок;

- тумблеры «ЗАМЫКАНИЕ 1» и «ЗАМЫКАНИЕ 2» – имитация аварийных режимов (появление напряжения на корпусах электроустановок);

- тумблер «ЗАНУЛЕНИЕ» – подключение корпуса электроустановки к нулевому проводу;

- тумблер «ОБРЫВ» – имитация обрыва нулевого провода;

- тумблер «$R_з'$» – установка защитного заземления;

- переключатель «R_0» – установка величины сопротивления рабочего заземления;

- переключатель «$R_ч$» – установка величины электрического сопротивления тела человека;

- переключатель «$R_з$» – установка величины сопротивления защитного заземления;

- переключатель «$R_п$» – установка величины сопротивления повторного заземления нулевого провода;

- переключатель «$Z_п$» – установка величины сопротивления петли «фаза-нуль».

Внимание! Подключение блока питания стенда к основному блоку и к электрической сети осуществляет преподаватель.

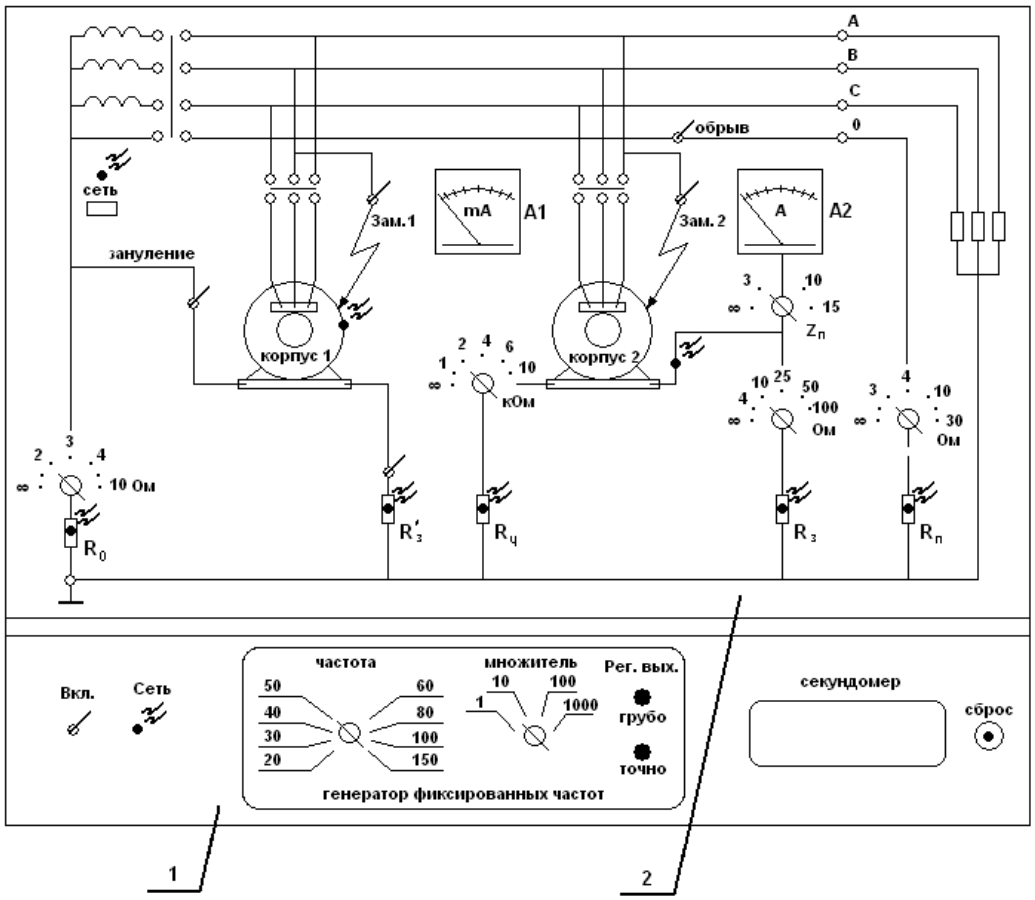


Рисунок 1. Внешний вид стенда.

ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТЕНДЕ

1. Сеть с глухозаземленной нейтралью

1.1.Определить величину напряжения прикосновения при различных сопротивлениях петли «фаза-нуль» и время отключения электродвигателя.

Внимание! Показания вольтметра при измерении напряжения умножить на 10.

1.1.1. Поставить переключатели $R_п$, $R_з$, $R_ч$, R_0 – в положение «∞»; тумблеры «ОБРЫВ», «ЗАНУЛЕНИЕ», «$R_З'$», «ЗАМЫКАНИЕ 1» и «ЗАМЫКАНИЕ 2» – в положение «ВЫКЛ.»

1.1.2. Включить тумблер «СЕТЬ» на блоке и кнопку «СЕТЬ» на вертикальной панели. О готовности стенда к работе свидетельствует загорание лампочки на блоке и светодиода на вертикальной панели.

1.1.3. Проверить работоспособность стенда.

Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2». При этом на корпусе 2 электродвигателя зажигается светодиод, свидетельствующий о том, что корпус находится под напряжением.

Установить переключатель «$Z_п$» в положение 3 Ом и убедиться в срабатывании автомата защиты.

1.1.4. Привести схему в исходное состояние:

а) выключить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2»;

б) дважды нажать на вертикальной панели кнопку «СЕТЬ».

1.1.5. Переключатель «$Z_п$» установить в положение «∞», переключатель «$R_ч$» – в положение 1 кОм, тумблер «ЗАЗЕМЛЕНИЕ» – в положение «ВЫКЛ.», переключатели «$R_п$», «R_0» – в одно из положений, указанных преподавателем ($R_п$=3 Ом; 4 0м; 10 Ом; 30 Ом; R_0=2 Ом; 3 Ом; 4 Ом; 10 Ом).

1.1.6. Вращением правой ручки, расположенной на амперметре А2, установить красную стрелку на заданное преподавателем значение номинального тока уставки $I_у$ расцепителя автомата.

1.1.7. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2» и по амперметру А2 зафиксировать ток короткого замыкания в цепи «ФАЗА-НУЛЬ».

1.1.8. По миллиамперметру А1 измерить ток, протекающий через тело человека, и по секундомеру – время отключения электродвигателя.

Внимание! Если электродвигатель не отключается в течение 30 с, то время отключения считать бесконечным.

1.1.9. Измерить напряжение прикосновения на электродвигателе 1 и 2.

Внимание! В случае отключения электродвигателя измерению подлежит только время отключения.

1.1.10. Привести схему в исходное состояние в соответствии с п. 1.1.4.

Нажать на секундомере кнопку «СБРОС» и повторить аналогичное измерение (пп. 1.1.7 – 1.1.9) для различных значений $Z_п$.

1.1.11. Результаты измерений записать в табл.2.

1.1.12. По результатам измерений построить зависимости:

$$U_{пр1}=Y(Z_п);\ U_{пр2}=Y(Z_п);\ I_ч=Y(Z_п);\ t_{отк}=Y(Z_п).$$

1.1.13. По результатам измерений сделать вывод о влиянии $Z_п$ на величину напряжения прикосновения, на силу тока через человека и на время отключения электродвигателя.

1.1.14. Привести схему в исходное состояние в соответствии с п.1.1.4.

1.2. Определить влияние повторного заземления нулевого провода на величину напряжения прикосновения при обрыве и при отсутствии обрыва нулевого провода.

1.2.1. Установить переключатели $Z_п$ в положение 10 Ом, R_0 в положение 4 Ом, $R_ч$ – в положение 1 кОм, тумблер «ЗАЗЕМЛЕНИЕ» – вкл, «ОБРЫВ» – вкл.

1.2.2. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2».

1.2.3. Изменяя величину $R_п$, измерить $I_{кз}$, $I_ч$, $U_{пр1}$, $U_{пр2}$ и данные записать в табл. 3.

1.2.4. Выключить тумблер «ОБРЫВ» и, проведя аналогичные измерения, заполнить табл. 4.

1.2.5. Выключить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2» и привести схему в исходное состояние.

1.2.6. По результатам измерений построить зависимости $U_{пр1}=Y(R_п)$, $U_{пр2}=Y(R_п)$ для случаев с обрывом и без обрыва нулевого провода.

1.2.7. Сделать вывод о роли повторного заземления нулевого провода и опасности его обрыва. Сравнить полученные результаты со случаем отсутствия повторного заземления нулевого провода $R_п \to \infty$.

2. Сеть с изолированной нейтралью

2.1. Определить зависимость величины тока, протекающего через человека, от величины сопротивления защитного заземления.

2.1.1. Поставить переключатели «R_0», «$R_ч$», «$Z_п$», «$R_З$» – в положение «∞», «ЗАМЫКАНИЕ 1», «ЗАМЫКАНИЕ 2» – выкл., «ЗАНУЛЕНИЕ», «$R_З$'» – выкл., «ОБРЫВ» – выкл.

2.1.2. Переключатель «$R_З$» поставить в положение 4 Ом, «$R_ч$» – в положение по заданию преподавателя. Включить тумблер «ЗАМЫКАНИЕ 2» и по миллиамперметру А1 измерить ток, протекающий через тело человека. Провести аналогичные измерения при положении переключателя «$R_З$» – (25, 50, 100) Ом. Результаты измерения занести в табл. 5.

2.1.3. Построить график зависимости $I_ч=Y(R_З)$ и указать на нем область неотпускающего и фибрилляционного токов.

2.1.4. По данным измерений оценить опасность увеличения $R_З$ выше допустимого сопротивления.

Контрольные вопросы

1. Что называется напряжением прикосновения?
2. Что такое защитное заземление? Каковы его функции?
3. Что такое защитное зануление? Чем оно отличается от защитного заземления?
4. В каких сетях трехфазного тока применяется защитное заземление?
5. В каких сетях трехфазного тока применяется зануление?
6. Как осуществляется нормирование допустимых величин защитного заземления?
7. Какие параметры необходимо учитывать при проектировании зануления?
8. Каким образом осуществляется нормирование допустимых значений напряжений прикосновений и токов?

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 8

Исследование эффективности зануления и защитного заземления.

Основные понятия: (нормирование параметров защитного заземления и зануления).

Приборы:

Таблица 1

Приборы для измерения исследуемых параметров

Контролируемый параметр	Наименование прибора	Тип прибора	Погрешность измерений

Результаты проведения замеров:

Таблица 2

Влияние сопротивления цепи “фаза-нуль”z_n на величину напряжения прикосновения и время отключения

z_n, Ом	Ток уставки $I_у$, А	Время срабатывания защиты, с	$U_{пр1}$, В	$U_{пр2}$, В	$I_{кз}$, А	I_2, мА	R_0, Ом	R_n, Ом	$R_ч$, кОм
15									
10									
3									

Таблица 3

Влияние величины сопротивления повторного заземления R_n на напряжение прикосновения при обрыве нулевого провода

R_n, Ом	$I_{кз}$, А	$I_ч$, мА	$U_{пр1}$, В	$U_{пр2}$, В
3				
4				
10				
30				
∞				

Таблица 4

Влияние величины сопротивления повторного заземления $R_п$ на напряжение прикосновения при отсутствии обрыва нулевого провода

$R_п$, Ом	$I_{кз}$, А	$I_ч$, мА	$U_{пр1}$, В	$U_{пр2}$, В
3				
4				
10				
30				
∞				

Таблица 5

Влияние величины сопротивления заземлителя $R_З$ на силу тока $I_ч$, протекающего через тело человека

$R_з$, Ом	$R_ч$, кОм	$I_ч$, мА
4		
25		
50		
100		
∞		

Зависимость напряжений прикосновений, силы тока, протекающего через тело человека, и времени отключения электродвигателя от величины сопротивления «фаза-нуль».

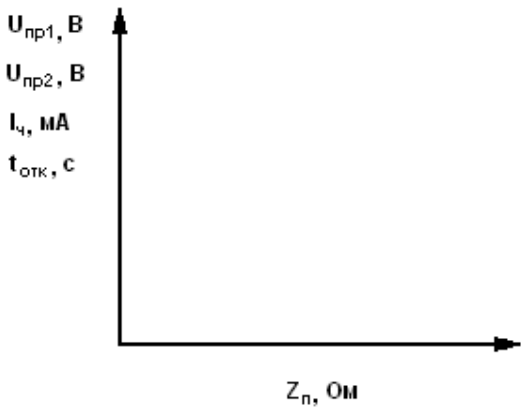


Рис. 2.

Зависимость напряжений прикосновений и силы тока, протекающего через тело человека, от величины сопротивления повторного заземления

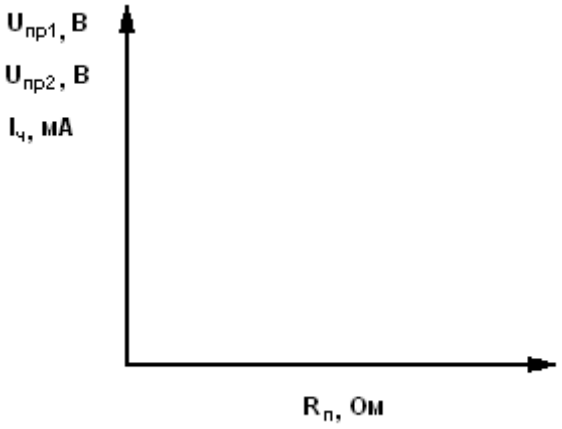


Рис. 3.

Зависимость силы тока, протекающего через тело человека, от величины сопротивления заземлителя

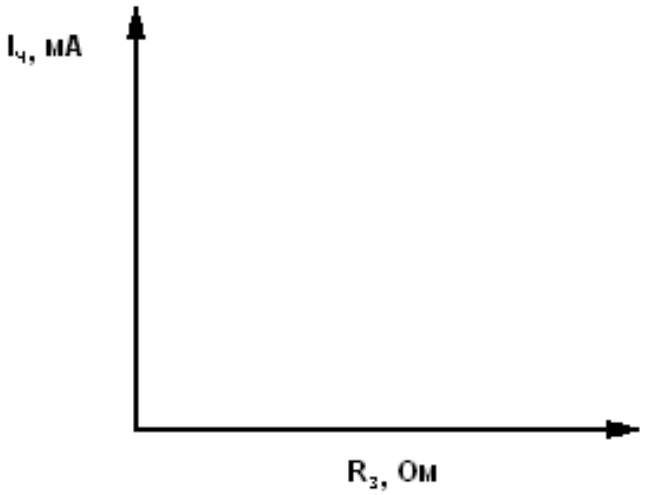


Рис. 4.

В ы в о д ы:

1.9 Лабораторная работа № 9 – «Электромагнитные поля от ПЭВМ: исследование и защита»

Цель работы:

ознакомление с основными факторами вредного влияния компьютера на организм, а также гигиеническими проблемами, возникающими в результате работы на компьютере.

Задание:

измерить уровни вредных факторов на рабочем месте оператора ПЭВМ, сравнить с нормативными значениями и дать оценку условиям труда на данном рабочем месте.

Общие теоретические сведения

При несоблюдении санитарно-гигиенических правил и норм работа на компьютере может привести к развитию ряда заболеваний. На состояние здоровья могут влиять такие вредные факторы, как длительное неизменное положение тела, вызывающее мышечно-скелетное нарушение, постоянное напряжение глаз, воздействие радиации (излучения от высоковольтных элементов схемы дисплея и электронно-лучевой трубки), влияние электростатических и электромагнитных полей. Существует тесная взаимосвязь между эргономикой (научной организацией рабочего места) и уровнем психологических расстройств и нарушением здоровья.

Светотехнические параметры дисплея, размеры монитора и символов, цветовые параметры, яркость дисплея, частота обновления кадров и общая освещенность в помещении влияют на состояние зрения. Низкая освещенность дисплея ухудшает восприятие информации, а слишком высокая приводит к уменьшению контраста изображения знаков, что вызывает усталость глаз. Основными осложнениями при длительной работе на компьютере являются утомление глаз и возникновение головной боли.

Существенным фактором, влияющим на утомление глаз, является частота перевода взгляда с дисплея на клавиатуру. Это объясняет большую утомляемость начинающих операторов.

Работа на близком расстоянии (менее 50 см) вызывает покраснение глаз, слезотечение, резь и ощущение инородного тела в глазах, что может привести к их сухости, светобоязни, плохой видимости в темноте (в некоторых случаях заболевание катарактой) из-за постоянных электромагнитных излучений дисплея.

При работе дисплея регистрируется слабое рентгеновское, ультрафиолетовое, инфракрасное, микроволновое излучения, низко- и ультранизкочастотное электромагнитное поле. Исследования показали, что на состояние здоровья оператора, который проводит не менее 20 часов в неделю за компьютерными терминалами, могут влиять такие вредные факторы, как электростатические и электромагнитные поля, воздействие радиации. Все это может привести к появлению головных болей и дисфункции ряда органов. Наблюдается также рост заболеваемости центральной нервной системы в 4,6 раза чаще, чем у работающих на других производствах, сердечнососудистой – в 2 раза, верхних дыхательных путей – в 4,1 раза, желудочно-кишечного тракта – в 2, опорно-двигательной системы – в 3 раза. Отмечено, что работа сосудов головного мозга ослабляется на 7 % за 2 часа непрерывной работы и на 20 % - за 4 часа, сосудов глаз – соответственно на 16 и 43 % и т.д. Следует отметить, что все нормы рассчитаны здоровых людей, а если у человека есть определенные патологические отклонения, то степень поражения резко возрастает.

Имеются данные, показывающие, что при работе с дисплеем в течение 2-6 часов и более в день повышается риск заболевания экземой из-за наличия электростатического и возможно электромагнитного полей, которые являются причиной повышения концентрации положительных аэроионов в рабочей зоне оператора.

Длительная работа с компьютером приводит к снижению внимания и восприятия, ухудшению переработки информации, утомлению и головным болям, возникновению негативно-эмоциональных состояний (например, депрессии). Интенсивная продолжительная работа на компьютере может быть причиной профессиональных заболеваний из-за повторяющихся нагрузок, а также из-за высокого расположения клавиатуры, неправильной высоты кресла, положения кистей рук во время работы или высокого положения поверхности стола. Все это приводит к возникновению таких болезней нервов, мышц и сухожилий, как ущемление медиального нерва рук, хроническая боль шейного и поясничного отдела позвоночника из-за неизменной рабочей позы, травматический эпикондилит (раздражение сухожилий предплечья и локтевого сустава) и т.д.

Электромагнитные излучения ухудшают работу сосудов головного мозга, что вызывает ослабление памяти, глаз, могут быть катализатором ряда заболеваний.

Санитарно-гигиенические рекомендации при работе на компьютере.

Перед началом работы следует обратить внимание на несколько моментов:

а) не мешают ли опоры для рук работе на клавиатуре;

б) как расположен верхний край монитора по отношению к глазам;

в) какова высота рабочего кресла;

г) достаточна ли общая освещенность.

Верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазом, нижний край – примерно на 20 ° ниже уровня глаза. Дисплей должен быть на расстоянии 40-75 см от глаз. Освещенность экрана следует регулировать так, чтобы она была равна освещенности помещения. При работе с клавиатурой локтевой сустав держат под углом 90 °. Каждые 10 минут следует отводить на 5-10 секунд взгляд в сторону от дисплея (например, в сторону окна). Не рекомендуется работать на клавиатуре непрерывно более 30 минут. При первых признаках боли в руках следует немедленно обращаться к врачу.

Организовать работу лучше таким образом, чтобы характер выполняемых операций изменялся в течение рабочего дня.

Гигиенические требования к мониторам ПК и организации работы.

Одной из причин ухудшения состояния здоровья у операторов компьютеров является низкое качество мониторов. Важным мероприятием по защите от излучений является оптимальная расстановка компьютеров в рабочем помещении.

В помещениях должно быть смешанное (естественное и искусственное) освещение. Естественное освещение в помещении осуществляется через световые проёмы. При этом рекомендуется, чтобы оно было ориентировано на север и северо-восток. Размер КЕО в зонах с устойчивым снежным покровом должен быть не ниже 1,2 %, а на остальной территории – 1,5 %.

Осветительные установки размещают так, чтобы они обеспечивали равномерную рассеянность освещения. Светильники общего освещения следует располагать над рабочими поверхностями в равномерно прямоугольном порядке, чтобы величина искусственной освещенности составляла не менее 300 лк.

Рабочий стол должен регулироваться по высоте в пределах 680-800 мм. Оптимальная ширина рабочей поверхности стола составляет 800, 1000, 1200, 1400 мм при глубине 800 и 1000 мм. Под рабочим столом должно быть свободное пространство для ног высотой не менее 60 см.

К монитору предъявляют следующие требования:

1) его размер должен быть не менее 13 дюймов (31 см) по диагонали;

2) он должен иметь антибликовое покрытие;

3) дрожание на дисплее должно находиться в пределах 0,1 мм.

Контрастность изображения должна составлять не менее 0,8.

Продолжительность непосредственной работы с компьютером зависит от наличия навыков и тяжести работы и составляет:

• для школьников 1-х классов – 10 минут;

• 2 – 5-х классов – 15 минут;

• 6 – 7-х классов – 20 минут;

• 8 – 9-х классов – 25 минут;

• 10 – 11-х классов при сдваивании занятий: на первом занятии – 30 минут, на втором – 20 минут;

• студентов 1 курса – 1 час;

• студентов старших курсов – 2 часа с перерывом 15-20 минут;

• преподавателей – 4 часа с перерывом 15-20 минут через 2 часа;

• операторов компьютеров – 6 часов с перерывом 20 минут через каждые 2 часа.

При нормировании числа считываемых или вводимых знаков за смену (число считываемых знаков не более 60 000, а суммарное количество считываемых и вводимых знаков до 40 000 за смену) и при восьмичасовом рабочем дне регламентированные перерывы устанавливаются каждые 2 часа по 15 минут. В целях профилактики переутомления и перенапряжения во время перерывов необходимо выполнять комплексы упражнений (для глаз и мышц тела).

Работники должны проходить предварительный (при приеме на работу) и периодический медицинский осмотр для предупреждения профессиональных заболеваний.

Приборы для измерения параметров ЭМП на рабочем месте

1. Подготовка к использованию МАС-01

1. Перед началом измерений следует заземлить корпус счетчика с помощью привода заземления, который соединяет гнездо ЗЕМЛЯ с шиной заземления или с любым заведомо заземленным проводящим предметом.

Рис. 32. Малогабаритный счетчик аэроионнов МАС-01

2. Включить питание счетчика переключателем ПИТАНИЕ, поставив его в положение ″1″. При этом на матричном жидкокристаллическом дисплее появится надпись:

МАС-01 00: 00: 00

Ready

3. Выбор режима работы счетчика осуществить путем нажатия одной из кнопок 0-9 на лицевой панели. Последовательно нажимая одну из кнопок 0-9, можно выбрать любой из режимов измерения счетчика:

1. -1-. Режим непрерывных измерений концентрации отрицательных аэроионов.

2. -2-. Режим непрерывных измерений концентрации положительных аэроионов.

3. -5-. Режим однократных измерений концентрации отрицательных и положительных аэроионов, определение коэффициента униполярности.

Использование МАС-01

1.В счетчике предусмотрено два режима работы:

- режим непрерывных измерений концентраций положительных или отрицательных аэроионов;

- последовательное измерение концентраций положительных и отрицательных аэроионов с последующим вычислением полярности;

2.Работа в режиме измерения.

2.1.- -1-. Режим непрерывного измерения концентрации отрицательных аэроионов с последующей индикацией текущего и среднего значения из зарегистрированных. Режим целесообразно использовать для общего обследования рабочих помещений: определения среднего уровня концентраций аэроионов в помещении, поисков возможных источников аэроионов (по увеличению уровня концентраций аэроионов при приближении к источнику).

После нажатия кнопки 1, появляется надпись:

-1- 00: 10: 01

Negative Ions

Zero Setting 15

(в правом нижнем углу показано время до окончания текущей операции) и начинается цикл измерений. На отклоняющиеся электроды аспирационной камеры подаетсянапряжение, после стабилизации в течение ~ 20 с то на собирающем электроде измеряетсяи фиксируется. Затем включается вентилятор, и начинается измерения концентрации отрицательных аэроионов.

-1- 00: 10: 50

Ns- = -3.33 103 cm-3

Nt- = -3.33 103 cm-3

Negative N- 20

Показания Nt- обновляются каждую секунду. Значение Ns- средняя концентрация аэроионов за 25 с (значения обновляются через 25 секунд). В конце цикла измерений выводится значение средней концентрации аэроионов NS- вместо текущих Nt-, выключается вентилятор, и цикл измерений повторяется. Если полученное значение Ns выходит за предел нижней границы диапазона измерений концентраций аэроионов, на мониторе появляется информация.

-1- 00: 11: 10

Ns < 0,100 * 103 см-3

N+ = 0,120 * 10

3 см-3

30

2.2. -2-. Режим непрерывных измерений концентрации положительных аэроионов.

Алгоритм работы режима аналогичен режиму –1.

2.3. -5-. В этом режиме осуществляется измерения концентраций как положительных, так и отрицательных аэроионов, вычисляется коэффициент униполярности, измеренный в конкретном месте. Режим целесообразно использовать для аттестации рабочих мест в помещениях с

видеодисплейными терминалами и персональными электронно-вычислительными машинами, в помещениях с системами кондиционирования, там, где применяются и индивидуальные ионизаторы воздуха, устройства автоматического регулирования ионного режима воздушной среды.

Процесс измерения данных отображается на мониторе:

-5- 00: 15: 01

Ns- = -2.00 103 cm-3

Nt+ = +1.00 103 cm-3

Polarity 15

В данном режиме реализуются последовательно измерения режимов –1- и –2-. По завершению последнего измерения автоматически вычисляются значения коэффициента униполярности.

У = Ns+ / Ns-,

где Ns+ и Ns- число положительных ионов в 1 см3 воздуха.

Результаты измерений выводятся на монитор:

-5- off 00: 16: 01

Ns- = -2.00 103 cm-3

Ns+ = +100 103 cm-3

У = 0.50

2. Использование ВЕ-МЕТРа-АТ-200

Аналогично провести измерение в трех плоскостях напряженности электрического поля и плотности магнитного потока рабочих мест операторов ВДТ в режиме «НЕПРЕРЫВНО». Для этого необходимо поместить измеритель так, чтобы стрелка на лицевой панели измерителя была направлена в центр экрана видео дисплейного терминала (жидкокристаллический дисплей прибора «смотрит» вверх). При повторном измерении переориентировать измеритель так, u1095 чтобы стрелка, оставаясь в горизонтальной плоскости, была ориентирована параллельно плоскости экрана видео дисплейного терминала. Для третьего измерения переориентировать прибор так, чтобы стрелка на лицевой панели была расположена вертикально вверх.

Рис. 33. Внешний вид ВЕ-МЕТРа-АТ-200

При измерении напряженности электрического поля и плотности магнитного потока рабочих мест операторов ВДТ и других электротехнических устройств в режиме «АТТЕСТАЦИЯ», поместить измеритель так, чтобы геометрический центр передней торцевой панели прибора находился в точке измерения (на расстоянии 0.5 м от экрана видео дисплейного терминала на перпендикуляре к его центру). Начальная ориентация прибора должна быть такой,

чтобы стрелка на лицевой панели была расположена горизонтально, перпендикулярно плоскости экрана видео дисплейного терминала.

Нажатием кнопки "Ввод" включить измерение. Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, переориентировать измеритель так, чтобы стрелка, оставаясь в горизонтальной плоскости, была ориентирована параллельно плоскости экрана видео дисплейного терминала. Нажатием кнопки "Ввод" включить измерение. Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, переориентировать измеритель так, чтобы стрелка на лицевой панели была расположена вертикально. Нажатием кнопки "Ввод" включить измерение. Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, нажать на кнопку "Ввод". Результаты проделанных измерений будут автоматически обработаны процессором измерителя и абсолютные величины векторов напряженности электрического поля и плотности магнитного потока в двух частотных диапазонах будут высвечены на индикаторе измерителя.

После окончания измерений нажав на кнопку "Питание", выключить прибор. Индикатор на панели измерителя погаснет.

Порядок выполнения работы

1. Включить персональный компьютер.
2. Произвести измерения требуемых параметров на рабочем месте.
3. Используя ВЕ-МЕТР, на высоте 0,5 метра от пола измерить напряженность электрического поля и плотность магнитного потока в диапозонах: от 5Гц до 2кГц и от 2 до 400 кГц. Эксперимент повторить на высоте 1 м 1,5 м от пола. Сравнить с нормативными значениями.
4. С помощью счетчика аэроионов МАС-01 измерить содержание положительных и отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны. Данные занести в таблицу, сравнив с нормой.
5. Сделать вывод о соответствии рабочего места требованиям безопасности и дать рекомендации по улучшению условий труда.

Таблица

Наименование фактора		Единицы измерения фактора	Допустимый уровень фактора	Фактический уровень фактора			Величина отклонения
Уровни электромагнитных полей				Высота от пола			
				0,5 м	1 м	1,5 м	
Напряженность электрического поля	5Гц-2кГц	В/м					
	2-400кГц						
Плотность магнитного потока	5Гц-2кГц	нТл					
	2-400кГц						

1.10 Лабораторная работа № 10 – «Исследование взрывозащиты в электрическом оборудовании взрывонепронецаемого исполнения»

Цель работы:

ознакомиться с экспериментальным методом определения величины тушащего зазора.

***Оборудование*:**

лабораторный стенд для исследования процесса тушения пламени в зазоре ОТ-17.

Рекомендуемая литература: 5, 10, 11, 14.

Пояснения. Взрывобезопасность оборудования определяется герметичностью его исполнения. Герметичность позволяет локализовать возможный очаг возгорания. Она обеспечивается правильно выбранной величиной зазора между элементами оборудования. Максимальный зазор, через который не происходит передача врыва в окружающую среду при любой концентрации горючего вещества в воздухе, принято называть *безопасный экспериментальный максимальный зазор* (БЭМЗ). Величина его определяется по стандартной методике.

Для проведения эксперимента предварительно определяется необходимое соотношение компонентов взрывоопасной смеси.

Стехиометрическим называют исходное соотношение компонентов горючей смеси, при сгорании которой ни один из исходных компонентов не остается в избытке в продуктах реакции. Для реакции сгорания ацетона в воздухе (в котором на 1 объем кислорода приходится 3,76 объема азота) стехиометрическое соотношение компонентов составляет (в молях):

$$m_1*C_3H_6O + m_2*O_2 + m_3*N_2 = n_1*H_2O + n_2*CO_2 + n_3*N_2 \qquad (9)$$

$$m_3=3,76*m_2 ,$$

где m_1, m_2, m_3 —стехиометрические коэффициенты соответственно горючего, кислорода и азота.

Стехиометрическая концентрация ($C_{ст}$) определяется по формуле

$$C_{ст}= 100/(m_1+m_2+m_3) \quad (\%\ объема) \qquad (10)$$

Для получения стехиометрической смеси необходимо рассчитать требуемый объем горючего вещества (ацетона) V, мл

$$V = \frac{C_{ст} \cdot M \cdot 10 \cdot V_n}{V_t \cdot \rho_ж} \qquad (11)$$

где: M —молекулярный вес, г/моль (для ацетона M = 58,08);

V_n - объем каждой полости, л (для стенда ОТ-17 V_n=1.0);

$\rho_ж$ —удельная плотность, г/л (для ацетона 790,8);

V_t —объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, определяемый по формуле:

$$V_t = \frac{V_0 \cdot 760 \cdot (t + 273)}{293 \cdot P_ф} \qquad (12)$$

где V_o —объем грамм-молекулы воздуха, л (V_o =22.4);

$P_ф$ - фактическое барометрическое давление в момент отбора пробы (мм рт. ст.);

t - температура воздуха, ^oC.

Расчетную величину зазора определяют из формулы Пекле:

$$P_e = \frac{u_н \cdot d \cdot c_p \cdot \rho_0}{\lambda_0} \qquad (13)$$

где P_e —безразмерный критерий Пекле (P_e= 65);

d —ширина тушащего зазора, м;

$u_н$ —нормальная скорость распространения пламени, м/час ($u_н$ = 4 200);

c_p —удельная теплоемкость исходной смеси, дж*(кг*^{o}C)$^{-}$(для смеси ацетона c_p = 0,25*10^3);

ρ_o —плотность исходной смеси, кг*м$^{-}$ (r_o=1,36);

λ_o —теплопроводность исходной смеси, дж/(м*ч*^{o}C)$^{-}$(для смеси ацетона l_o = 20,7);

Задание к лабораторной работе

1. Рассчитать стехиометрическую концентрацию исследуемой смеси (ацетон) $C_{ст}$.
2. Определить объем ацетона, необходимого для проведения опыта.
3. Рассчитать величину тушащего зазора —d для исследуемой смеси (по 13).
4. На стенде по лимбу установить расчетный зазор (схема устройства и управления стенда приведена на рис.8).
5. Залить смесь в полости в объеме, определенным расчетом.
6. На выхлопные штуцеры под пластины положить листки плотного, но непрочного материала (кальку, бумагу) —разрывную мембрану. Закрыть щитки и выждать 2 —5 минут.
7. Включить зажигание в одной из полостей. По звуковому эффекту (контрольные мембраны разрываются) проконтролировать передачу взрыва в соседнюю камеру.

Если зазор мал, то во второй камере взрыва не происходит.

8. При отсутствии передачи взрыва во вторую камеру произвести воспламенение смеси в ней нажатием на соответствующую кнопку панели управления.
9. Продуть камеры, включив вентилятор. Время продувания не менее 30 сек.
10. Опыт повторить (количество опытов устанавливается преподавателем).
11. По величине тушащего зазора, при котором частота передачи взрывов составляет 50 %, определить категорию взрывоопасной смеси (ГОСТ 12.1.011 —82 “Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний”). Сделанные выводы записать в отчет.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой процесс горения и какие условия для него необходимы ?
2. Какое соотношение компонентов горючей смеси называется стехиометрическим ?
3. При каких условиях происходит самовоспламенение вещества?
4. Какими параметрами определяются пожаровзрывоопасные свойства горючих газов ?
5. Что называется концентрационным пределом распространения пламени ? Какова его погрешность?
6. На какие категории делятся помещений по взрывопожарной и пожарной опасности ?
7. Для чего устанавливают тушащий зазор между элементами оборудования ?
8. Как определяют величину тушащего зазора ?

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ N 10

“Исследование взрывозащиты в электрическом оборудовании взрывонепроницаемого исполнения”.

Основные понятия.

Горение —это.....

(горючие смеси, нижний и верхний концентрационные пределы, безопасный максимальный зазор...)

Результаты проведения эксперимента

Исследуемое горючее -

Стехиометрическая концентрация

Таблица 13

№ опыта	Величина зазора	Результат эксперимента		Результат контрольного взрыва
		Полость I	Полость II	
1				
2				
3				
...				

Вывод .....

Список литературы

а) основная литература:

1. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учеб. для бакалавров : рек. НМС / С. В. Белов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2013. - 683 с.

2. Занько Н. Г., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учеб. / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак ; ред. О. Н. Русак. - 13-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2010. - 672 с.

3. Акимов В. А.Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Акимов, Ю. Л. Воробьев, М. И. Фалеев. - М. : Абрис, 2012. - 599 с.

б) дополнительная литература:

1. Бубнов, В. Г. Оказание экстренной помощи до прибытия врача [Текст] : практ.пособие / Бубнов В.Г., Бубнова Н.В. - М. : НЦ ЭНАС, 2000. - 64с.

2. Сергеев В. С. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях [Текст] : учеб. пособие: Рек. Мин. обр. РФ / В.С. Сергеев. - 4-е изд. - М. : Академ. Проект, 2004. - 431 с.

3. Мастрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях [Текст] : учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Б. С. Мастрюков. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2004. - 336 с.

4. Михайлов Л. А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них [Текст] : учеб. : доп. УМО / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин ; под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2008. - 235 с.

5. Кукин П. П. Анализ и оценка риска производственной деятельности [Текст] : учеб. пособие: доп. Мин. обр. РФ / П. П. Кукин [и др.]. - М. : Высш. шк., 2007. - 328 с.

6. Кукин П. П. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. (Охрана труда) [Текст] : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ / П. П. Кукин [и др.]. - 5-е изд. стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 335 с.

7. Хван Т. А. Безопасность жизнедеятельности. Практикум [Текст] / Т. А. Хван, П. А. Хван. - 3-е изд. - Ростов н/Д : Феникс, 2010. - 318 с.

8. Васильев П.П. Практикум по безопасности жизнедеятельности человека, экологии и охране труда/ П. П. Васильев. -М.: Финансы и статистика, 2004. - 191 с.

в) нормативно-техническая документация:

1. Приказ Минздравсоцразвития России от 04.05.2012 N 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи».

2. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»;

3. ГН 2.2.5.2308-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»;

4. ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

5. ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия»;

6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»

7. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»;

8. ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

9. ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»;

10. ГОСТ 12.1.006-84 «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

11. ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»;

12. Правила устройства электроустановок (ПУЭ);

13. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1.Практическое занятие № 1 – «Расчет системы искусственного освещения для административных и производственных помещений»

При расчете искусственного освещения возникает необходимость решения одной из двух задач:

1) проверочный расчет для определения – $E_{мин}$ (создает ли существующая система освещения освещенность, требуемую по СНиП 23 - 05–95);

2) расчет новой системы освещения для создания требуемой освещенности на рабочем месте.

Решение второй задачи производится в следующей последовательности:

1. Выбор системы освещения.
2. Выбор источников света.
3. Выбор типа светильников и определение высоты их подвеса над рабочей поверхностью.
4. Определение требуемой по СНиП 23–05–95* освещенности на рабочих местах.
5. Определение коэффициента запаса для данных производственных условий.
6. Определение необходимого количества светильников и мощности источников света.
7. Выбор рационального расположения светильников.

2.1 Выбор источников света

К числу источников света массового применения, выпускаемых нашей промышленностью, относятся лампы накаливания, люминесцентные лампы и лампы ДРЛ.

Лампы накаливания применяют там, где производятся грубые работы или осуществляется общий надзор за эксплуатацией оборудования, особенно если эти помещения не предназначены для постоянного пребывания людей. Во взрыво- и пожароопасных помещениях, в помещениях сырых, пыльных, с химически активной средой, там где температура воздуха может быть менее плюс 10 ^{o}C и напряжение в сети падает ниже 90 % от номинального, следует также отдавать предпочтение лампам накаливания. Характеристики ламп накаливания приведены в таблице 1.

Таблица 1 − Основные характеристики ламп накаливания

Мощность, Вт	Световой поток, Лм		Размеры, мм	
	Лампы 220 В	Лампы 127 В	Диаметр	Длина
15	105	130	61	104
25	205	235	61	104
40	370	440	66	110
60	620	740	66	110
75	840	980	66	121
100	1240	1400	66	121
150	1900	2300	81	170
200	2700	3200	97	200
300	4350	5150	112	232
500	8100	9100	112	232
1000	18200	19500	152	300

Основным источником света как для общего, так и для комбинированного освещения, являются люминесцентные лампы. Наиболее экономичными являются лампы типа ЛБ. При специальных требованиях к цветопередаче должны использоваться лампы типа ЛД или ЛДЦ.

Ртутные лампы с исправленной цветностью типа ДРЛ используются при:

- большой высоте помещения (6-10 м);
- работе с поверхностями без выраженной цветности (металл, бетон, дерево);
- отсутствии специальных требований к качеству освещения;
- низкой температуре окружающей среды.

Основные характеристики люминесцентных ламп и ламп ДРЛ приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 − Основные характеристики люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм			
				ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛБ
15	127	58	0.3	450	525	600	640
20	127	60	0.35	620	700	900	980
30	220	108	0.34	1110	1380	1500	1740
40	220	108	0.41	1520	1960	2200	2480
65	220	110	0.67	-	3540	3820	4450
80	220	108	0.82	2720	3440	3840	4320
125	220	120	1.25	-	-	6200	5500
150	220	90	1.9	-	-	8000	-
200	220	110	2.0	-	-	10000	-

Примечание. Буквы и основные обозначения расшифровываются так:
Д - дневного света; Б - белая; ХБ - холодно-белая; Ц - правильной цветопередачи; Р - рефлекторная (с внутренним отражающим слоем в пределах двухгранного угла примерно 240°).

Таблица 3 − Основные характеристики ламп ДРЛ

Номинальная мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Световой поток, лм	Размеры, мм	
			Диаметр	Полная длина
250	140	9500	125	320
500	140	21000	145	360
750	140	33000	170	390
1000	140	46000	200	440

2. Выбор системы освещения

Проектируют искусственное освещение двух систем: общее (равномерное и локализованное) и комбинированное (к общему добавляется местное).

Большинство производственных помещений оборудуют системами общего искусственного освещения – когда светильники располагаются в верхней (потолочной) зоне.

Если расстояние между светильниками принимается одинаковым, то освещение считают равномерным, если светильники располагают ближе к производственному оборудованию, то освещение называют локализованным.

Комбинированным называют такое искусственное освещение, когда к общему добавляется местное. Система комбинированного освещения применяется в помещениях, где выполняются точные зрительные работы. Местным считают освещение, при котором световой поток светильников сконцентрирован непосредственно на рабочих местах. В соответствии со Строительными нормами и правилами (СНиП) применение только одного местного освещения не допускается.

2.3 Выбор осветительных приборов

Основными показателями, определяющими выбор светильника при проектировании осветительной установки, следует считать:

конструктивное исполнение светильника с учетом условий среды;

светораспределение светильника;

экономичность светильника.

Наиболее распространенные типы светильников:

1. Для ламп накаливания:

Универсаль (У) - для ламп до 500 Вт; применим для общего и местного освещений в нормальных помещениях;

глубокоизлучатель со средней концентрацией потока (ГС) – для ламп 500, 1000, 1500 Вт; устойчив в условиях сырости и среды с повышенной химической активностью, рекомендуется в цехах типа прокатных;

шар молочного стекла (Шм) – для ламп до 1000 Вт; предназначен для нормальных помещений с большим отражением потолков и стен (помещения точной сборки , конструкторские);

"Люцетта" (Лц) - для ламп до 300 Вт; предназначен для тех же помещений, что и Шм;

промышленный уплотненный светильник (ПУ) – для ламп до 300 Вт; предусмотрен для сырых и пыльных помещений;

светильник для химически активной среды (СХ) – для ламп до 500 Вт; предназначен для высоких помещений с горючей пылью;

взрывозащитные светильники Н4Б-300, В4А-200.

Краткая характеристика светильников для ламп накаливания приведена в таблице 15.

2. Для люминесцентных ламп:

открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ЛОД - для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запыленности;

светильник ПВЛ – является пылевлагозащищенным, пригоден для некоторых пожароопасных помещений; мощность ламп 2х40 Вт;

плафоны потолочные для общего освещения закрытых сухих помещений:

Л71БОЗ – мощность ламп 10х30 Вт;

Л71Б84 – мощность ламп 8х40 Вт.

Основные характеристики светильников с люминесцентными лампами приведены в таблицах 14 и 16.

3. Для ламп ДРЛ:

могут применяться те же светильники, что и для ламп накаливания, однако выпускается ряд специальных светильников, например, светильник СЗ-4-ДРЛ − зеркальный, применяемый для ламп мощностью до 1000 Вт.

Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты подвеса светильников над полом (таблицы 4 и 5).

Таблица 4 − Наименьшая допустимая высота подвеса над полом светильников с лампами накаливания

Наименование светильника	Наименьшая высота подвеса над полом, м, для ламп		
	В матированной колбе (до 150Вт)	В прозрачной колбе до 200 Вт включит.	Свыше 200 Вт
Универсаль без стекла или с прозрачным стеклом; Глубокоизлучатель эмалированный; ПУ с отражателем и с прозрачным стеклом	2,5	3	4
Универсаль с матированным стеклом, ПУ с отражателем и с матированным стеклом	-	2,5	3,5
ПУ без отражателя с матированным стеклом, плафоны с матированным стеклом	-	3	4
Люцетта молочного стекла	2,5	3	4
Шар молочного стекла, плафоны с молочными стеклами	-	2,5	3
Фарфоровый (до 60 Вт) с матовой лампой или матовым стеклом	любая	-	-

Таблица 5 − Наименьшая допустимая высота подвеса люминесцентных светильников и светильников для ламп ДРЛ

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при одиночной установке или при непрерывных рядах из сдвоенных светильников	3,5
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из сдвоенных светильников	4,0
Двухламповые светильники ШЛД, ШОД	2,5
Двухламповые уплотненные светильники ПВЛ	3,0
Светильники СЗ-4 - ДРЛ	3,5 – 4,5

2.4. Выбор освещенности и коэффициента запаса

Основные требования и значения нормируемой освещенности рабочих поверхностей изложены в строительных нормах и правилах СНиП 23-05-95*. Выбор освещенности осуществляется в зависимости от размера объекта различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона. Для того чтобы установить в каждом конкретном случае все перечисленные параметры, необходимо знание особенностей зрительной задачи на данном рабочем месте.

При смешенном применении источников света в системе комбинированного освещения (например, общее освещение – люминесцентные лампы, местное − лампы накаливания) освещенность нормируется по типу лампы, установленной в местном светильнике.

Полученная из СНиП 23–05–95* величина освещенности корректируется с учетом коэффициента запаса, так как со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп снижается освещенность. Значения коэффициента запаса даны в таблице 6.

Таблица 6 − Коэффициент запаса

Характеристика объекта	Коэффициент запаса	
	При лампах накаливания	При люминесцентных лампах
Помещения с большим выделением пыли	1,7	2,0
Помещения со средним выделением пыли	1,5	1,8
Помещения с малым выделением пыли	1,3	1,5

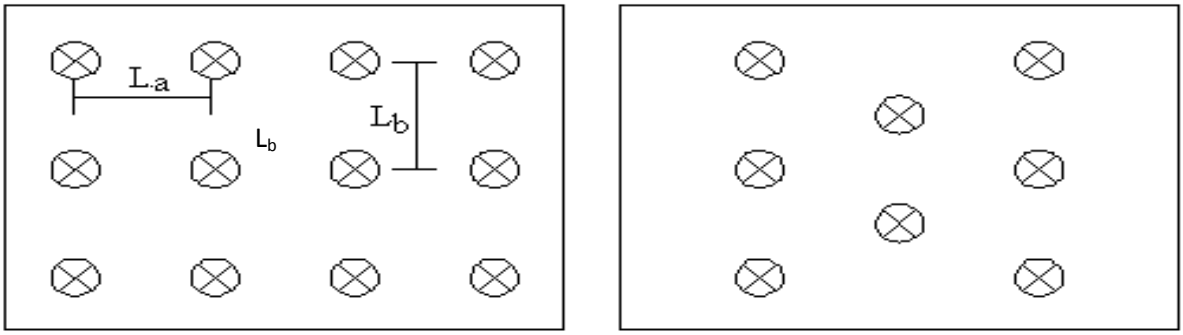
2.5 Размещение осветительных приборов

При выборе расположения светильников необходимо руководствоваться двумя критериями:

- обеспечение высокого качества освещения, ограничение ослепленности и необходимой направленности света на рабочее место;
- наиболее экономичное создание нормированной освещенности.

При локализованном общем освещении и при установке местного светильника необходимо решать вопрос в индивидуальном порядке, с учетом расположения оборудования и организации рабочего места.

Для равномерного общего освещения светильники могут располагаться рядами параллельно стенам с окнами (для люминесцентных ламп), в шахматном порядке, по углам прямоугольников, на которые разбивается площадь потолка (рисунок 1).



а) б)

Рисунок − 1Схема размещения светильников общего освещения с лампами накаливания: а - прямоугольное; б - шахматное.

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата ($L_а$=$L_в$); при шахматном размещении светильников наибольшая равномерность соответствует случаю их расположения по углам равностороннего треугольника ($L_в$= $\sqrt{3 \cdot L_а}$).

Как показали исследования, в зависимости от типа светильников существует наивыгоднейшее отношение расстояния между рядами светильников L к расчетной высоте подвеса h над рабочей поверхностью:

$$L = l \cdot h \qquad (1)$$

где l – наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками, м;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Высота подвеса h над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_р - h_С \qquad (2)$$

где H – высота помещения, м;

$h_р$ – высота рабочей поверхности над уровнем пола, м;

$h_с$ – расстояние светового центра светильника от потолка, м, (свес).

При расчетах можно принять $h_р$ = 0.8 м , $h_с$ = 0.5-0.7 м.

В таблице 7 приведены значения l для разных светильников.

Таблица 7 − Наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками

Наименование светильников	Наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками **l**
Люминесцентные с защитной решеткой ОДР, ОДОР, ШЛД, ШОД	1,1-1,3
Глубокоизлучатель эмалированный, Люцетта	1,6
Универсаль без стекла и с матированным стеклом, ПУ с отражателем	1,8
Люминесцентные без решетки типов ОД, ОДО	1,4
ПУ без отражателя, РН, плафоны, шар молочный	2,3
Светильники ПВЛ	1,5
Светильники СЗ-4-ДРЛ	1,0

Количество рядов светильников с люминесцентными лампами определяется по формуле:

$$n_{ряд} = \frac{B}{L} \qquad (3)$$

где $n_{ряд}$ – количество рядов;

B – ширина помещения, м;

L – расстояние между рядами светильников, м.

Количество светильников с люминесцентными лампами в ряду определяется по формуле:

$$n_{св} = \frac{(A - l_{св})}{l_{св}} \quad (4)$$

где $n_{св}$ – количество светильников в ряду;

A – длина помещения, м;

$l_{св}$ – длина светильника, м.

Общее количество светильников с люминесцентными лампами в помещении определяется по формуле:

$$N = n_{ряд} \cdot n_{св}, \quad (5)$$

где N – общее количество светильников;

$n_{ряд}$ – количество рядов;

$n_{св}$ – количество светильников в ряду.

Расстояние от стен помещения до крайних светильников может рекомендоваться равным L/3 - L/2.

Таким образом, необходимо изобразить в масштабе соответствие с исходными данными план помещения, указать на нем расположение светильников (рисунок 2) и определить их число.

2.6 Расчет осветительной установки

Все необходимые предварительные решения приняты, теперь нужно выбрать метод расчета освещенности, создаваемой светильниками или определить мощность осветительной установки для создания нормируемой освещенности.

Рассмотрим два способа расчета: метод удельной мощности и метод коэффициента использования светового потока.

2.6.1 Метод удельной мощности

Метод применяется при расчете общего равномерного освещения, особенно для помещений большой площади.

Удельная мощность w – это отношение общей мощности ламп P к освещаемой площади S, т.е:

$$W = \frac{P}{S} \quad (6)$$

Удельная мощность зависит от многих переменных, но для определенной группы помещений ее значение довольно устойчиво. На основе учета ряда факторов составлены таблицы удельной мощности (Справочная книга для проектирования электрического освещения под ред. Г.М. Кнорринга). Используя их, по исходным данным (тип светильника, освещенность E, высота подвеса светильника над рабочей поверхностью h, освещаемая площадь S) определяют значения удельной мощности.

Общая мощность ламп определяется как

$$P = w \cdot S \quad (7)$$

Мощность отдельной лампы получается как частное от деления общей мощности ламп на число светильников.

Более точным и распространенным методом расчета является метод коэффициента использования светового потока.

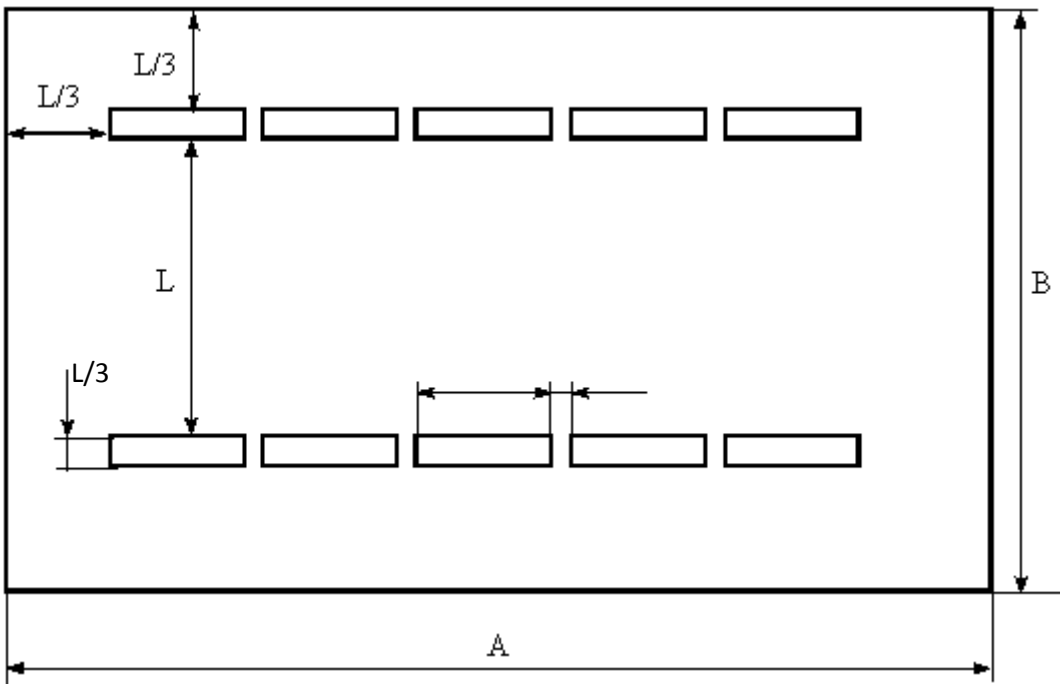


Рисунок 2 − Схема размещения светильников системы общего освещения с люминесцентными лампами

2.6.2 Метод коэффициента использования светового потока

Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком или, наоборот, найти освещенность при заданном потоке.

Метод коэффициента использования применяется только при расчете общего равномерного освещения.

Величина суммарного светового потока ламп определяется по формуле:

$$F = \frac{(E_Н \cdot k \cdot S \cdot z)}{\eta} \tag{8}$$

где: $E_н$ – нормативная освещенность (СНиП 23-05-95*), лк;

k – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м;

η – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);

z – коэффициент неравномерности освещения.

Коэффициент использования светового потока - это отношение полезного светового потока, достигающего освещаемой рабочей поверхности, к полному световому потоку в помещении. Значение коэффициента η определяется по табл. 8 - 11. Для определения коэффициента использования по таблицам необходимо знать индекс помещения i, значения коэффициентов отражения стен $r_с$, потолка $r_п$ и тип светильника.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{(h \cdot (A + B))} \tag{9}$$

где S – площадь помещения, м;

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – стороны помещения, м.

Коэффициенты отражения потолка $r_п$ и стен r_c оцениваются субъективно (табл. 12).

Коэффициент неравномерности освещения z введен в формулу светового потока лампы потому, что освещенность, подсчитанная без этого коэффициента, является не минимальной, как требуют нормы, а средней. Введением коэффициента z это несоответствие устраняется.

Значения коэффициента z для некоторых типов светильников с лампами накаливания приведены в таблице 13. Для светильников с люминесцентными лампами z при расчетах берется равным 0,9.

При двухламповых светильниках определяем общее число ламп:

$$n = N \cdot 2 \qquad (10)$$

где n – количество ламп;

N – количество светильников.

Находим световой поток, приходящийся на одну лампу:

$$F_л = \frac{F}{n} \qquad (11)$$

где $F_л$ – световой поток лампы, лм;

n – количество ламп.

По таблице 14 выбираем ближайшую стандартную лампу с величиной светового потока, наиболее близко подходящего расчетному значению.

Для проверки правильности произведенных расчетов необходимо проверить, обеспечит ли подобранная стандартная лампа необходимую нормируемую освещенность.

Таблица 8 − Коэффициент использования светового потока

Светильник	Глубокоизлучатель эмалированный			Универсаль без затенителя			Универсаль с затенителем			Зеркальная лампа			Люцетта цельного стекла				
$r_п$,%	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	50	70	70
ρ_c,%	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	30	30	50	50	70
i	Коэффициенты использования,%																
0.5	19	21	25	21	24	28	14	17	21	26	30	35	14	16	20	22	29
0.6	24	27	31	27	30	34	19	22	26	34	37	42	19	21	25	27	33
0.7	29	31	34	32	35	38	23	26	29	40	43	48	23	24	29	30	38
0.8	32	34	37	35	38	41	26	28	32	44	47	52	25	26	31	33	41
0.9	34	36	39	38	40	44	28	30	34	48	50	54	27	29	33	35	43
1.0	36	38	40	40	42	45	30	32	35	50	53	56	29	31	34	37	44
1.1	37	39	41	42	44	46	31	33	36	52	54	58	30	32	36	38	46
0.25	39	41	43	44	46	48	33	35	37	54	57	60	31	34	38	41	48
1.5	41	43	46	46	48	51	35	36	40	57	59	64	34	37	41	44	51

Свети льник	Глубокоизлучатель эмалированный			Универсаль без затенителя			Универсаль с затенителем			Зеркальная лампа			Люцетта цельного стекла				
1.75	43	44	48	48	50	53	37	39	41	59	62	66	36	39	43	46	55
2.0	44	46	49	50	52	55	39	40	43	62	65	68	38	41	45	48	55
2.5	48	49	52	54	55	59	42	44	46	67	69	73	41	45	48	52	58
3.0	49	51	53	55	57	60	43	45	47	68	70	75	44	47	51	54	60
3.5	50	52	54	56	58	61	44	46	48	70	72	76	45	49	52	57	63
4.0	51	52	55	57	59	62	45	47	49	71	73	77	46	50	54	59	64
5.0	52	54	57	58	60	63	46	48	51	72	75	79	48	52	56	61	65

Таблица 9 − Коэффициент использования светового потока

Свe-тиль ник	Открытая лампа			Шар молочного стекла					Плафон одноламповый					Плафон двухламповый и ПФ-00				
$\rho_п$,%	30	50	70	30	50	50	70	70	30	50	50	70	70	30	50	50	70	70
$\rho_с$,%	10	30	50	30	30	50	50	70	30	30	50	50	70	30	30	50	50	70
i	Коэффициенты использования,%																	
0,5	10	13	21	8	9	12	13	20	8	9	13	14	20	9	9	13	13	19
0,6	14	18	26	10	12	16	17	23	10	12	16	17	24	12	12	15	16	22
0,7	17	22	30	12	14	18	20	26	13	14	18	20	26	14	15	18	19	25
0,8	19	24	32	14	16	20	21	28	15	16	20	22	28	16	16	20	20	27
0,9	20	26	35	16	17	21	23	30	16	17	21	23	30	17	18	22	22	27
1,0	22	28	37	17	19	22	24	31	17	19	22	24	31	18	19	23	23	28
1,1	23	29	39	17	19	23	23	32	19	20	23	25	33	19	19	24	24	30
1,25	25	32	42	19	21	24	28	35	19	21	25	27	35	20	21	26	26	32
1,5	28	36	46	21	23	27	30	36	21	23	27	30	37	22	23	27	28	33
1,75	30	38	48	22	25	29	32	39	23	26	30	33	39	23	25	29	30	35
2,0	32	40	51	24	27	30	34	40	24	27	31	34	41	25	26	30	31	37
2,25	34	42	53	25	28	31	36	42	26	29	32	36	42	26	27	31	33	38
2,5	36	44	55	27	29	33	37	43	27	30	34	37	44	27	28	33	34	39
3,0	38	46	59	28	31	35	39	45	29	32	36	40	45	28	29	33	35	40
3,5	40	49	61	30	33	37	41	57	30	34	38	42	47	29	31	35	37	42
4,0	42	51	64	31	35	38	43	58	32	35	39	44	49	30	33	36	39	43
5,0	45	64	67	32	37	40	46	59	33	36	41	46	50	31	34	37	40	44

Таблица 10 − Коэффициент использования светового потока

Свe-тиль ник	ПУ с отражателем			СХ			Н4Б-300 с отражателем			В4А-200 с отражателем		
$\rho_п$,%	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70

Свe-тиль ник	ПУ с отражателем			СХ			Н4Б-300 с отражателем			В4А-200 с отражателем		
ρ_c,%	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
i	Коэффициенты использования, %											
0,5	15	18	21	21	25	32	22	25	29	12	15	18
0,6	19	22	27	25	29	36	25	28	32	14	17	21
0,7	22	25	30	30	33	40	28	31	35	17	19	23
0,8	24	28	33	33	37	44	31	33	38	19	21	25
0,9	26	30	36	37	40	47	33	36	40	21	22	27
1,0	28	32	39	39	43	50	35	38	42	22	24	28
1,1	30	34	41	42	46	52	37	40	44	24	26	30
1,25	32	36	44	44	49	55	39	42	46	25	28	32
1,5	36	39	48	50	54	60	43	45	49	28	31	35
1,75	39	42	51	54	58	63	45	47	51	30	33	37
2,0	41	44	53	57	61	66	47	49	52	32	35	38
2,25	43	45	55	59	63	68	48	51	54	34	36	39
2,5	44	46	56	62	65	70	50	52	55	35	37	40
3,0	46	49	59	64	67	72	51	53	56	37	39	42
3,5	48	51	64	67	70	74	53	55	57	39	41	43
4,0	50	52	62	68	72	76	54	56	58	40	42	44
5,0	52	54	65	71	74	77	56	57	59	41	43	46

Таблица 11 − Коэффициент использования светового потока светильников с люминесцентными лампами и лампами ДРЛ

Свето-тильник	ОД И ОДЛ			ОДР (Л11-0.9)			ОДО (Л72Б44-0.8			Л71Б03 ОД1Б68			Л71Б03 ОД1Б68			Л71Б03 ОД1Б68		АОД и ШОД			ПВЛ - 1			СЗ-4-ДРЛ		
$\rho_п$,%	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	50	70	70	30	50	70	30	50	70
$\rho_с$,%	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	50	70	30	50	70	30	50	70
Коэффициенты использования,%																										
0,5	23	26	31	21	24	28	21	25	30	18	21	26	14	16	19	14	19	22	24	30	10	13	17	28	31	35
0,6	30	33	37	27	30	34	27	31	36	23	27	32	18	20	22	18	24	27	29	36	13	17	22	34	37	42
0,7	35	38	42	32	35	38	32	36	41	27	31	35	21	23	25	20	28	31	33	39	16	20	25	39	42	47
0,8	39	41	45	35	37	41	36	39	44	30	33	38	23	25	27	24	30	33	36	42	18	22	28	43	46	51
0,9	42	44	48	38	40	43	39	42	46	32	36	40	25	27	29	26	32	35	38	44	20	24	30	46	49	54
1,0	44	46	49	40	42	45	41	44	48	34	38	42	26	28	30	29	34	36	40	45	22	26	32	48	51	56
1,1	46	48	51	41	43	46	42	46	50	36	39	43	27	29	31	33	35	38	41	46	24	28	34	50	54	58
1,25	48	50	53	43	45	48	44	48	52	38	41	45	29	30	32	35	37	40	43	48	26	30	36	53	56	60
1,5	50	52	56	45	48	51	46	50	55	40	43	47	50	31	34	37	39	42	46	51	29	33	39	57	60	64
1,75	52	55	58	47	50	53	49	52	58	42	45	50	31	33	35	40	41	44	48	53	31	36	42	60	63	66
2,0	55	57	60	50	52	54	51	55	60	43	47	52	33	34	36	42	43	46	50	55	33	38	44	62	65	68
2,25	57	59	62	52	54	56	53	57	62	45	49	54	34	35	37	43	45	48	51	56	35	40	45	63	66	69
2,5	59	61	64	53	55	58	55	58	64	47	50	56	35	36	39	45	46	49	54	58	37	41	47	65	67	70
3,0	60	62	66	54	56	60	56	60	66	48	52	58	36	37	40	48	48	50	56	59	39	43	49	67	69	72
3,5	61	64	67	56	57	61	58	62	67	49	53	59	37	38	40	50	50	52	57	60	41	45	51	68	70	73
4,0	63	65	68	57	58	62	59	63	68	50	54	60	38	39	41	51	51	53	59	62	43	47	52	69	72	74
5,0	64	66	70	58	60	63	60	64	70	51	56	62	38	40	42	52	53	55	60	63	45	49	54	70	73	76

Таблица 12 − Значения коэффициентов отражения потолка и стен

Состояние потолка	$\rho_п$,	Состояние стен	$\rho_с$,
Свежепобеленный	70	Свежепобеленный с окнами, закрытыми шторами	
Побеленный, в сырых помещениях			70
	50	Свежепобеленный с окнами без штор	
Чистый бетонный потолк	50		50
Светлый деревянный		Бетонные с окнами	30
(окрашенный)	50	Оклееные светлыми обоями	30
Бетонный грязный	30	Грязные	10
Деревянный неокрашенный	30	Кирпичные неоштукатуренные	10
Грязные (кузнецы, склады)	10	С темными обоями	10

Таблица 13 − Значения коэффициента z

Тип светильника	Значения z при отношении L/h			
	0,8	1,2	1,6	2,0
Универсаль без затенителя	1,2	1,15	1,25	1,5
Глубокоизлучатель эмалированный	1,15	1,1	1,2	1,4
Люцетта	1,0	1,0	1,2	2,2

Таблица 14 − Основные характеристики некоторых светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Область применения	Размеры, мм			КПД, %
			длина	ширина	высота	
ОД-2-30	2х30	Освещение производственных помещений с нормальными условиями среды	933	204	156	75
ОД-2-40	2х40		1230	266	158	75
ОД-2-80	2х80		1531	266	198	75
ОД-2-125	2х125		1528	266	190	75
ОДО-2-40	2х40		1230	266	158	75
ОДОР-2-30	2х30		925	265	125	75

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Область применения	Размеры, мм			КПД, %
			длина	ширина	высота	
ОДОР-2-40	2х40		1227	265	155	75
АОД-2-30	2х30		945	255	-	80
АОД-2-40	2х40		1241	255	-	80
ШОД-2-40	2х40		1228	284	-	85
ШОД-2-80	2х80		1530	284	-	83
Л71Б03	10х30		1096	1096	187	45
ПВЛ	Для пожароопасных помещений с пылевлаговыделениями Параметры − аналогично ОД					

Проверочный расчет

$$-10\% \le \frac{F_c - F_л}{F_c} 100\% \le 20\% \qquad (12)$$

$F_л$ – световой поток расчетный, создаваемый одной лампой, лм;

F_c - световой поток по справочным данным создаваемый выбранной лампой, лм.

2.7 Краткая характеристика основных видов светильников общего освещения

Таблица 15 − Светильники для ламп накаливания

Тип светильника	Характеристика	Область применения
Универсаль (У)	Для ламп накаливания мощностью 200 и 500 Вт, имеет прямое косинусное светораспределение, защитный угол 15°	Предназначен для общего освещения помещений высотой 4 - 6 м с нормальными условиями среды
Универсаль с затенителем (Уз)	Характеристика та же , что у светильника У	Может применяться , как и У , а также для помещений более низких и с повышенной запыленностью и влажностью
Универсаль уплотненный (УПМ)	Характеристика та же, что у светильника У	Для сырых помещений или с химически активной средой высотой 4 - 6 м
Глубокоизлу-чатель эма-лированный (Гэ)	Для ламп мощностью 500 и 1000 Вт, прямого косинусного светораспределения, защитный угол 35°	Для общего освещения помещений высотой более 6 м с нормальными условиями среды
Глубокоизлу-чатель эмали-рованный (ГПМ)	Для ламп мощностью 400 Вт, остальные характеристикикак у Гэ	Для сырых помещений или с активной средой высотой более 6 м
Люцетта цель-ного молочно-го стекла (Лц)	Для ламп мощностью 100 и 200 Вт, преимущественно прямого косинусного светораспределения, защитный угол 35°	Для невысоких помещений с хорошо отражающими стенами и потолком (светлая отделка) и нормальной средой
Шар молочного стекла (Шм)	Для ламп мощностью 150, 300 и 1000 Вт, рассеянного равномерного светораспределения, имеет повышенную отраженную составляющую	Применяется для тех же помещений, что и Лц

Тип светильника	Характеристика	Область применения
Кольцевые светильники	Имеют металлические экранирующие кольца, выпускаются с нижним экранирующим стеклом, металлической чашей или без них	Все кольцевые светильники применяются в помещениях с нормальными условиями среды и хорошо отражающими поверхностями (в конторских помещениях, конструкторских бюро, классах, аудиториях)
ПМ-1	Для ламп мощностью 300 Вт, подвесной, с открытым малым кольцом, преимущественно отраженного света	
Светильники ПУ, СПБ	Для ламп мощностью 100 и 200 Вт (СПБ - для 300 Вт) пылезащищенные, рассеянного, равномерного светораспределения	Применяются в сырых и пыльных помещениях
Светильники СХ, СХ-500М	Для ламп мощностью 60, 200, 500 Вт, равномерного рассеянного светораспределения	Для помещений с химически активной средой, СХ-500-рациональный светильник для относительно высоких помещений с горючей пылью
Светильник типа Н4Б - 300	Для ламп мощностью 300 Вт повышенной надежности	Для взрывоопасных помещений классов В-Iа, В-II (допуска сных помещений классов В-Iа,В-I,В-Iiа
Светильник типа В4А-200	Для ламп мощностью 200 Вт, взрывонепро-ницаемый	Для взрывоопасных помещений класса В-I, В-II

Таблица 16 − Светильники для люминесцентных ламп

Тип светильника	Характеристика	Область применения
Светильники ОД	Прямого света на две лампы мощностью 40 или 80 Вт, защитный угол 15о в поперечной плоскости	Светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, могут применяться индивидуально или устанавливаться в светящие линии
Светильники ОДР	Те же, что и ОД, но с экранирующей решеткой, защитный угол 15° в поперечной и продольной плоскости	

Тип светильника	Характеристика	Область применения
Светильники ОДО	Преимущественно прямого света на 2 лампы мощностью 40 или 80 Вт, имеют отверстия в отражателе, через которые 10-15% светового потока излучается в верхнюю полусферу, что позволяет осветить потолок и верхнюю часть стен, защитный угол 15° в поперечной плоскости	
Светильники ОДОР	Те же, что ОДО, но с экранирующей решеткой, защитный угол 15° в поперечной и продольной плоскости	
Светильники ШОД, ШЛД, ШЛП	На две лампы 40 и 80 Вт, рассеянного света (ШЛП - потолочный), защитный угол в поперечной и продольной плоскости 30°	Для помещений с нормальными условиями среды и хорошо отражающими стенами и потолком
Светильник ВЛО	На 3 и 4 лампы мощностью 80 Вт	Для общего освещения производственных помещений с норм. условиями среды
Светильник ПВЛ-1 (с рассеивателем	На 2 лампы мощностью 40 Вт, рассеянного света, пыле-водоза-щищенные	Для помещений пыльных и сырых
Светильник ПВЛ-6	На 2 лампы мощностью 80 Вт, внешне и по светотехническим характеристикам аналогичен ОДР	Для сырых помещений или с химически активной средой

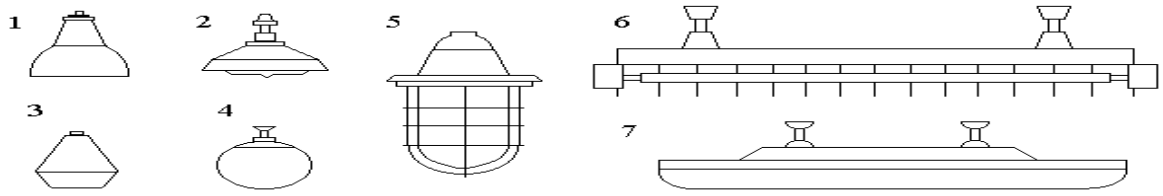


Рисунок 3 − Основные типы светильников

1 – «Универсаль»; 2 – «Глубокоизлучатель»; 3 – «Люцетта»; 4 – «Молочный шар»; 5 – взрывобезопасный типа ВЗГ; 6 – типа ОД; 7 – типа ПВЛП

Рекомендуемые для подготовки источники:

Основная литература: 1. [1] – стр. 320 – 323;

Справочно-правовые системы «Гарант» и «КонсультантПлюс»:

Нормативные документы:

1. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;*

2. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95».*

2.2 Практическое занятие № 2 – «Расчет защитного заземления»

Защитное заземление является одной из наиболее часто встречающихся мер защиты людей от поражения электрическим током и предназначено для снижения до малых величин шагового напряжения и напряжения прикосновения.

Главным параметром защитного заземления является: допускаемая величина сопротивления заземляющего устройства, т.е. того сопротивления, которое оказывает току замыкание на землю, грунт, находящийся в зоне растекания.

Величины допускаемых сопротивлений заземляющих устройств приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Сопротивления заземляющих устройств

Установки	Допускаемое сопротивление r'_2, О
УСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В	
1. Сети с глухозаземленной нейтралью источника питания	
1) при линейном напряжении 660 В при фазном напряжении 380 В	2 Ом
2) при линейном напряжении 380 В при фазном напряжении 220 В	4 Ом
3) при линейном напряжении 220 В при фазном напряжении 127 В	8 Ом
2. Сети с изолированной нейтралью	
1) При мощности источника питания > 100 кВА	4 Ом
2) При мощности источника питания < 100 кВА	10 Ом
УСТАНОВКИ НАПРЯЖЕНИЕМ СВЫШЕ 1000 В	
1. Установки с большими токами замыкания на землю $I_з$>500 А	0,5 Ом
$I_з \leq 500$ А 2. Установки с током 1) заземляющее устройство используется только для электроустановок свыше 1000 В	$r_з \leq \frac{250}{I_з}$, но не более 1
2) заземляющее устройство используется одновременно установок до и свыше 1000 В	$r_з \leq \frac{125}{I_з}$, но не боле ускаемой для установок до

Заземлители могут быть искусственными и естественными. Под естественными понимаются такие металлические предметы, которые имеют хорошую проводимость с землей и могут быть использованы в качестве заземлителей. Это водопроводные трубы; свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле; металлические конструкции зданий и сооружений, имеющих надежное соединение с землей и т.п. Если сопротивление естественного заземлителя не соответствует допускаемому по нормам, то параллельно к

нему подсоединяется искусственное заземление, допускаемое сопротивление которого в данном случае будет определяться по формуле:

$$r_з^{'} = \frac{r_з \cdot r_{е.з}}{r_з + r_{е.з}} \qquad (13)$$

где $r_{ез}$, Ом – сопротивление естественного заземлителя;

$r_з$, Ом – допускаемое сопротивление искусственного заземлителя при наличии естественного;

$r_з^{'}$, Ом – допускаемое сопротивление заземлителя.

В случаях использования в качестве естественных заземлителей свинцовых оболочек кабелей, водопроводных либо других трубопроводов, сопроивление таких заземлителей можно определить по формуле:

$$r_{е.з} = \frac{0{,}366 \cdot \rho \cdot к_Г}{l_{е.з}} \cdot \lg \frac{l^2_{е.з}}{d_{е.з} \cdot h_{е.з}} \qquad (14)$$

где $l_{ез}$, см – длина естественного заземлителя;

$d_{ез}$, см – диаметр естественного заземлителя;

$h_{ез}$, см – высота заземлителя;

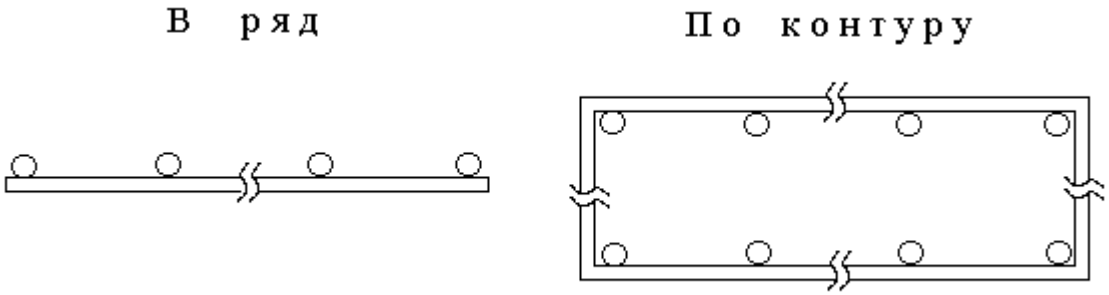


Рисунок 4 − Схема расположения электродов

Искусственное заземляющее устройство состоит из вертикальных электродов и горизонтально расположенной соединительной полосы.

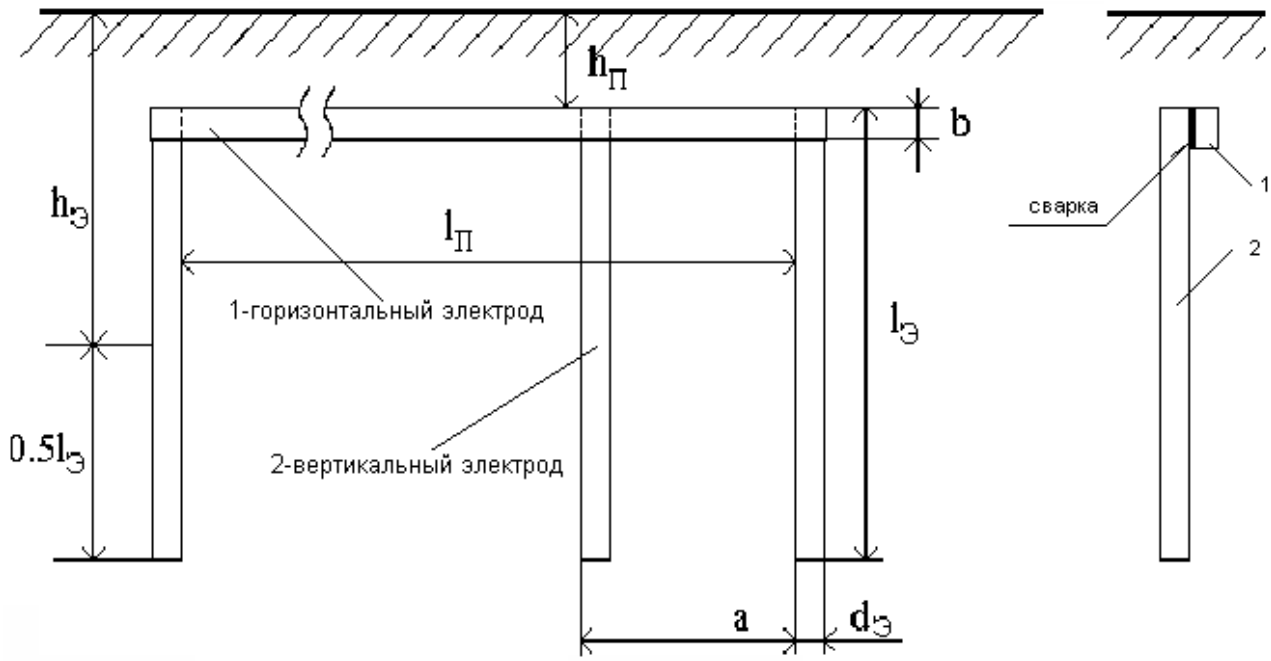


Рисунок 5 − Схема заземляющего устройства

П о р я д о к р а с ч е т а

1. Определяем сопротивление одного электрода:

$$r_э = \frac{0{,}366 \cdot \rho \cdot K_Г}{l_э} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot l_э}{d_э} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot h_э + l_э}{4 \cdot h_э - l_э} \right) \qquad (15)$$

Примечание: если электрод из уголковой стали, то $d_э = 0.95 \cdot C$,
где C – ширина полки уголка.

2. Определяем предварительно количество электродов – n:

$$n` = \frac{r_э}{r_з} \qquad (16)$$

3. Зная расположение электродов (в ряд или по контуру), отношение расстояния между электродами к их длине ($a : l_э$) и предварительное количество электродов (n'), определяем коэффициент использования электродов – $\eta_э$. Смотри таблицу 18.

Таблица 18 – Коэффициент использования электродов

Количество электродов	Коэффициент использования электродов ($\eta_э$) при отношении a/					
	3	2	1	1	2	3
	Электроды в ряд			Электроды по контуру		
5	0.87	0.80	0.63	-	-	-
10	0.83	0.70	0.55	0.78	0.67	0.50
20	0.77	0.62	0.47	0.72	0.60	0.43
30	0.75	0.60	0.40	0.71	0.59	0.42
50	0.73	0.58	0.38	0.68	0.52	0.37
100	-	-	-	0.64	0.48	0.39
200	-	-	-	0.61	0.44	0.30
300	-	-	-	0.60	0.43	0.28

4. Определяем окончательно потребное количество электродов – n:

$$n = \frac{r_э}{r_з \cdot \eta_э} \tag{17}$$

5. Определяем длину соединительной полосы , $l_п$:

$$l_п = a \cdot n \tag{18}$$

6. Определяем сопротивление соединительной полосы:

$$r_п = \frac{0.366 \cdot \rho \cdot K_Г}{l_п} \cdot \lg\left(\frac{2 \cdot l_п^{\,2}}{h_П \cdot в}\right) \tag{19}$$

7. Определяем общее сопротивление контура защитного заземления:

$$r_\Sigma = \frac{r_э \cdot r_п}{r_э \cdot \eta_п + r_п \cdot \eta_э \cdot n} \tag{20}$$

где $\eta_п$ – коэффициент использования полосы, таблица 19

Таблица 19 – Коэффициент использования полосы

Количеств электродо	Коэффициент использования полосы, ($\eta_п$) При отношении a : $l_э$					
	3	2	1	1	2	3
	Электроды в ряд			Электроды по контуру		
5	0,90	0,85	0,72	0,71	0,50	0,41
10	0,79	0,70	0,59	0,55	0,39	0,33
20	0,65	0,55	0,40	0,44	0,32	0,27
30	0,57	0,45	0,30	0,40	0,30	0,23
50	0,49	0,35	0,21	0,37	0,27	0,21
70	0,46	0,33	0,19	0,35	0,25	0,29
100	-	-	-	0,33	0,24	0,19

8. Проводим проверку условия $r_\Sigma \le r_з$. Выполнение данного условия говорит о том, что выбор и расчет системы заземления проведен верно. Если же данное условие не выполняется, то необходимо заново проделать расчеты, начиная с пункта 1.

Рекомендуемые для подготовки источники:
Основная литература:
1. [1] – стр. 437 – 440;
Дополнительная литература:
1. [5] – стр. 175 – 180;

2.3 Практическое занятие № 3 – « Защита от шума, создаваемого технологическим оборудованием, на рабочих местах»

Акустический расчет должен производиться в следующей последовательности:

- выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;
-выбор точек в помещениях и на территориях, для которых необходимо провести расчет (расчетных точек);
- определение путей распространения шума от источника (источников) до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей (снижение за счет расстояния, экранирования, звукоизоляции ограждающих конструкций, звукопоглощения и др.);
- определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках;
- определение требуемого снижения уровней шума на основе сопоставления ожидаемых уровней шума с допустимыми значениями;
- разработка мероприятий по обеспечению требуемого снижения шума;
- поверочный расчет ожидаемых уровней шума в расчетных точках с учетом выполнения строительно-акустических мероприятий.

Акустический расчет следует проводить по уровням звукового давления L, дБ, в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц или по уровням звука по частотной коррекции "А" L_A, дБА. Расчет проводят с точностью до десятых долей децибела, окончательный результат округляют до целых значений.

В проектах защиты от шума должны быть определены технико-экономические показатели принятых решений.

Используемые в проектах звукоизоляционные, звукопоглощающие, вибродемпфирующие материалы должны иметь соответствующие пожарные и гигиенические сертификаты.

ИСТОЧНИКИ ШУМА И ИХ ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основным источником шума в зданиях различного назначения является технологическое и инженерное оборудование.

Шумовыми характеристиками технологического и инженерного оборудования, создающего постоянный шум, являются уровни звуковой мощности L_W, дБ, в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63-8000 Гц (октавные уровни звуковой мощности), а оборудования, создающего непостоянный шум, - эквивалентные уровни звуковой мощности $L_{Wэкв}$ и максимальные уровни звуковой мощности $L_{Wмакс}$ в восьми октавных полосах частот.

Шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования должны содержаться в его технической документации и прилагаться к разделу проекта "Защита от шума". Следует учитывать зависимость шумовых характеристик от режима работы, выполняемой операции, обрабатываемого материала и т.п. Возможные варианты шумовых характеристик должны быть отражены в технической документации оборудования.

Основными источниками внешнего шума являются транспортные потоки на улицах и дорогах, железнодорожный, водный и воздушный транспорт, промышленные и

энергетические предприятия и их отдельные установки, внутриквартальные источники шума (трансформаторные подстанции, центральные тепловые пункты, хозяйственные дворы магазинов, спортивные и игровые площадки и др.).

Шумовыми характеристиками источников внешнего шума являются:

- для транспортных потоков на улицах и дорогах - эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения (для трамваев - на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути);
- для потоков железнодорожных поездов - эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$, дБА, и максимальный уровень звука $L_{Амакс}$, дБА, на расстоянии 25 м от оси ближнего к расчетной точке пути;
- для водного транспорта - эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$, дБА, и максимальный уровень звука $L_{Амакс}$, дБА, на расстоянии 25 м от борта судна;
- для воздушного транспорта - эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$, дБА, и максимальный уровень звука $L_{Амакс}$, дБА, в расчетной точке;
- для промышленных и энергетических предприятий с максимальным линейным размером в плане до 300 м включительно - эквивалентные уровни звуковой мощности $L_{wэкв}$ и максимальные уровни звуковой мощности $L_{wмакс}$ в восьмиоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63-8000 Гц и фактор направленности излучения в направлении расчетной точки Ф (Ф=1, если фактор направленности не известен). Допускается представлять шумовые характеристики в виде эквивалентных корректированных уровней звуковой мощности $L_{wАэкв}$, дБА, и максимальных корректированных уровней звуковой мощности $L_{wАмакс.}$, дБА;
- для промышленных зон, промышленных и энергетических предприятий с максимальным линейным размером в плане более 300 м - эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв.гр.}$, дБА, и максимальный уровень звука $L_{Амакс.гр.}$, дБА, на границе территории предприятия и селитебной территории в направлении расчетной точки;
- для внутриквартальных источников шума - эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$ и максимальный уровень звука $L_{Амакс}$ на фиксированном расстоянии от источника.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ В РАСЧЕТНЫХ ТОЧКАХ

Расчетные точки в производственных и вспомогательных помещениях промышленных предприятий выбирают на рабочих местах и (или) в зонах постоянного пребывания людей на высоте 1,5 м от пола. В помещении с одним источником шума или с несколькими однотипными источниками одна расчетная точка берется на рабочем месте в зоне прямого звука источника, другая - в зоне отраженного звука на месте постоянного пребывания людей, не связанных непосредственно с работой данного источника.

В помещении с несколькими источниками шума, уровни звуковой мощности которых различаются на 10 дБ и более, расчетные точки выбирают на рабочих местах у источников с максимальными и минимальными уровнями. В помещении с групповым размещением однотипного оборудования расчетные точки выбирают на рабочем месте в центре групп с максимальными и минимальными уровнями.

Исходными данными для акустического расчета являются:

- план и разрез помещения с расположением технологического и инженерного оборудования и расчетных точек;
- сведения о характеристиках ограждающих конструкций помещения (материал, толщина, плотность и др.);
- шумовые характеристики и геометрические размеры источников шума.

Шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования в виде октавных уровней звуковой мощности L_w, корректированных уровней звуковой мощности L_{wA}, а также эквивалентных $L_{wAэкв}$ и максимальных $L_{wAмакс}$ корректированных уровней звуковой мощности для источников непостоянного шума должны указываться заводом-изготовителем в технической документации.

Допускается представлять шумовые характеристики в виде октавных уровней звукового давления L или уровней звука на рабочем месте L_A (на фиксированном расстоянии) при одиночно работающем оборудовании.

Октавные уровни звукового давления L, дБ, в расчетных точках соразмерных помещений (с отношением наибольшего геометрического размера к наименьшему не более 5) при работе одного источника шума следует определять по формуле

$$L = L_w + 10\lg\left(\frac{\chi\Phi}{\Omega r^2} + \frac{4}{kB}\right), \qquad (21)$$

где L_w - октавный уровень звуковой мощности, дБ;

χ - коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля в тех случаях, когда расстояние r меньше удвоенного максимального габарита источника ($r < 2l_{макс}$) (принимают по таблице 20);

Φ - фактор направленности источника шума (для источников с равномерным излучением Φ=1);

Ω - пространственный угол излучения источника, рад. (принимают по таблице 21).

r - расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м (если точное положение акустического центра неизвестно, он принимается совпадающим с геометрическим центром);

k - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении (принимают по таблице 22 в зависимости от среднего коэффициента звукопоглощения $\alpha_{ср}$);

B - акустическая постоянная помещения, м^2, определяемая по формуле

$$B = \frac{A}{1 - \bar{\alpha}_{ср}}, \qquad (22)$$

где A - эквивалентная площадь звукопоглощения, м^2, определяемая по формуле

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i S_i + \sum_{j=1}^{m} A_j n_j \ , \qquad (23)$$

α_i - коэффициент звукопоглощения i -й поверхности;

S_i - площадь i -й поверхности, м^2;

A_j - эквивалентная площадь звукопоглощения j -го штучного поглотителя, м^2;

n_j - количество j -ых штучных поглотителей, шт.;

$\alpha_{ср}$ - средний коэффициент звукопоглощения, определяемый по формуле

$$\alpha_{ср} = \frac{A}{S_{огр}} \ , \qquad (24)$$

$S_{огр}$ - суммарная площадь ограждающих поверхностей помещения, м^2 .

Таблица 20

$r/l_{макс}$	χ	$10\lg \chi$, дБ
0,6	3	5
0,8	2,5	4
1,0	2	3
1,2	1,6	2
1,5	1,25	1
2	1	0

Таблица 21

Условия излучения	Ω , рад.	$10\lg \Omega$, дБ
В пространство - источник на колонне в помещении, на мачте, трубе	4π	11
В полупространство - источник на полу, на земле, на стене	2π	8
В 1/4 пространства - источник в двухгранном углу (на полу близко от одной стены)	π	5
В 1/8 пространства - источник в трехгранном углу (на полу близко от двух стен)	π /2	2

Таблица 22

$\alpha_{ср}$	k	$10\lg k$, дБ
0,2	1,25	1
0,4	1,6	2
0,5	2,0	3
0,6	2,5	4

Граничный радиус $r_{гр}$, м, в помещении с одним источником шума - расстояние от акустического центра источника, на котором плотность энергии прямого звука равна плотности энергии отраженного звука, определяют по формуле

$$r_{гр} = \sqrt{\frac{B}{4\Omega}} \tag{25}$$

Если источник расположен на полу помещения, граничный радиус определяют по формуле

$$r_{гр} = \sqrt{\frac{B}{8\pi}} = \sqrt{\frac{B}{25,12}} \tag{26}$$

Расчетные точки на расстоянии до $0,5r_{гр}$ можно считать находящимися в зоне действия прямого звука. В этом случае октавные уровни звукового давления следует определять по формуле

$$L = L_w + 10\lg \Phi + 10\lg \chi - 20\lg r - 10\lg \Omega \tag{27}$$

Расчетные точки на расстоянии более $2r_{гр}$ можно считать находящимися в зоне действия отраженного звука. В этом случае октавные уровни звукового давления следует определять по формуле

$$L = L_w - 10\lg B - 10\lg k + 6 \tag{28}$$

Октавные уровни звукового давления L, дБ, в расчетных точках соразмерного помещения с несколькими источниками шума следует определять по формуле

$$L = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{10^{0,1L_{wi}} \cdot \chi_i \Phi_i}{\Omega r_i^2} + \frac{4}{kB}\sum_{i=1}^{n}10^{0,1L_{wi}}\right), \tag{29}$$

где L_{wi} - октавный уровень звуковой мощности i-го источника, дБ;

χ_i, Φ_i, r_i - то же, что и в формулах (20) и (25), но для i-го источника;

m - количество источников шума, ближайших к расчетной точке (находящихся на расстоянии $r_i \le 5r_{мин}$, где $r_{мин}$ - расстояние от расчетной точки до акустического центра ближайшего источника шума);

n - общее количество источников шума в помещении;

k и B - то же, что и в формулах (21) и (28).

Если все n источников имеют одинаковую звуковую мощность L_{w1}, то

$$10\lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 L_{wi}} = L_{wi} + 10\lg n \qquad (30)$$

Если источник шума и расчетная точка расположены на территории, расстояние между ними больше удвоенного максимального размера источника шума и между ними нет препятствий, экранирующих шум или отражающих шум в направлении расчетной точки, то октавные уровни звукового давления L, дБ, в расчетных точках следует определять:

при точечном источнике шума (отдельная установка на территории, трансформатор и т.п.) - по формуле

$$L = L_{w} - 20 \cdot \lg r + 10 \cdot \lg \Phi - \frac{\beta_a r}{1000} - 10 \cdot \lg \Omega ; \qquad (31)$$

при протяженном источнике ограниченного размера (стена производственного здания, цепочка шахт вентиляционных систем на крыше производственного здания, трансформаторная подстанция с большим количеством открыто расположенных трансформаторов) - по формуле:

$$L = L_{w} - 15\lg r + 10\lg \Phi - \frac{\beta_a r}{1000} - 10\lg \Omega , \qquad (32)$$

где L_{w}, r, Φ, Ω - то же, что и в формулах (21) и (27);

β_a - затухание звука в атмосфере, дБ/км, принимаемое по таблице 23.

Таблица 23

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
β_a, дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

При расстоянии $r \leq 50$ м затухание звука в атмосфере не учитывают.

Октавные уровни звукового давления L, дБ, в расчетных точках в изолируемом помещении, проникающие через ограждающую конструкцию из соседнего помещения с источником (источниками) шума или с территории, следует определять по формуле

$$L = L_{ш} - R + 10\lg S - 10\lg B_{и} - 10\lg k , \qquad (33)$$

где $L_{ш}$ - октавный уровень звукового давления в помещении с источником шума на расстоянии 2 м от разделяющего помещения ограждения, дБ; (определяют по формулам (21), (28) или (29)); при шуме, проникающем в изолируемое помещение с

территории, октавный уровень звукового давления $L_{ш}$ снаружи на расстоянии 2 м от ограждающей конструкции определяют по формулам (31) или (32);

R - изоляция воздушного шума ограждающей конструкцией, через которую проникает шум, дБ;

S - площадь ограждающей конструкцией, м^2;

$B_и$ - акустическая постоянная изолируемого помещения, м^2;

k - то же, что и в формуле (21).

Если ограждающая конструкция состоит из нескольких частей с различной звукоизоляцией (например, стена с окном и дверью), R определяют по формуле

$$R = 10\lg \frac{S}{\sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{10^{0,1R_i}}}, \qquad (34)$$

где S_i - площадь i-й части, м^2;

R_i - изоляция воздушного шума i-й частью, дБ.

Если ограждающая конструкция состоит из двух частей с различной звукоизоляцией ($R_1 > R_2$), R определяют по формуле:

$$R = R_1 - 10\lg \frac{\frac{S_1}{S_2} + 10^{0,1(R_1 - R_2)}}{1 + \frac{S_1}{S_2}} \qquad (35)$$

При $R_1 >> R_2$ определенном соотношении площадей $\frac{S_1}{S_2}$ допускается вместо звукоизоляции ограждающей конструкции R при расчетах по формуле (33) вводить звукоизоляцию слабой части составного ограждения R_2 и ее площадь S_2.

Эквивалентный и максимальный уровни звука $L_А$, дБА, создаваемого внешним транспортом и проникающего в помещения через наружную стену с окном (окнами), следует определять по формуле

$$L_А = L_{А2м} - R_{Атран.о} + 10\lg S_о - 10\lg B_и - 10\lg k, \qquad (36)$$

где $L_{А2м}$ - эквивалентный (максимальный) уровень звука снаружи на расстоянии 2 м от ограждения, дБА;

$R_{Атран.о}$ - изоляция внешнего транспортного шума за окном, дБА;

$S_о$ - площадь окна (окон), м^2;

$B_и$ - акустическая постоянная помещения, м^2 (в октавной полосе 500 Гц);

k - то же, что и в формуле (21).

Для помещений жилых и административных зданий, гостиниц, общежитий и др. площадью до 25 м^2 $L_А$, дБА, определяют по формуле

$$L_А = L_{А2м} - R_{Атран.} - 5. \quad (37)$$

Октавные уровни звукового давления в защищаемом от шума помещении в тех случаях, когда источники шума находятся в другом здании, следует определять в несколько этапов:

1) определяют октавные уровни звуковой мощности шума $L_w^{пр}$, дБ, прошедшего через наружное ограждение (или несколько ограждений) на территорию, по формуле

$$L_w^{пр} = 10\lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_{wi}} - 10 \cdot \lg B_ш - 10 \cdot \lg k + 10 \cdot \lg S - R, \quad (38)$$

где L_{wi} - октавный уровень звуковой мощности i-го источника, дБ;

$B_ш$ - акустическая постоянная помещения с источником (источниками) шума, м^2;

S - площадь ограждения, м^2;

R - изоляция воздушного шума ограждением, дБ;

2) определяют октавные уровни звукового давления для вспомогательной расчетной точки на расстоянии 2 м от наружного ограждения защищаемого от шума помещения по формулам (30) или (31) от каждого из источников шума (ИШ 1 и ИШ 2, рисунок 5). При расчете следует учитывать, что для расчетных точек в пределах 10° от плоскости стены здания (на рисунке 5 - комплексный источник шума ИШ 1) вводится поправка на направленность излучения $10\lg \Phi$ = -5 дБ.

3) определяют суммарные октавные уровни звукового давления $L_{сум}$, дБ, во вспомогательной расчетной точке (на расстоянии 2 м от наружного ограждения защищаемого от шума помещения) от всех источников шума по формуле

$$L_{сум} = 10\lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 \cdot L_i}, \quad (39)$$

где L_i - уровень звукового давления от i-го источника, дБ;

4) определяют октавные уровни звукового давления L, дБ, в защищаемом от шума помещении по формуле (33), заменив в ней $L_ш$ на $L_{сум}$.

При непостоянном шуме октавные уровни звукового давления L_j, дБ, в расчетной точке следует определять по формулам (21), (27), (28), (29), (31), (32) или (33) для каждого отрезка времени τ_j, мин, в течение которого уровень остается постоянным, заменяя в указанных формулах L на L_j.

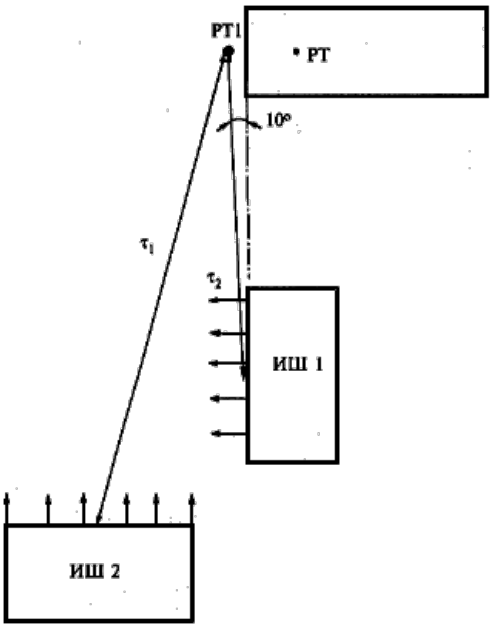


Рисунок 5 - Схема расчета. РТ - расчетная точка, РТ1 - вспомогательная расчетная точка, ИШ 1 и ИШ 2 - здания - источники шума

Эквивалентные октавные уровни звукового давления $L_{экв}$, дБ, за общее время воздействия T, мин, следует определять по формуле

$$L_{экв} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum \tau_j \; 10^{0,1 \cdot L_j}\right), \qquad (40)$$

где τ_j - время воздействия уровня L_j, мин;

L_j - октавный уровень за время τ_j, дБ.

За общее время воздействия шума T принимают: в производственных и служебных помещениях - продолжительность рабочей смены; в жилых и других помещениях, а также на территориях, где нормы установлены отдельно для дня и ночи, - продолжительность дня 7.00-23.00 и ночи 23.00-7.00 ч.

Допускается в последнем случае принимать за время воздействия T днем - четырехчасовой период с наибольшими уровнями, ночью - одночасовой период с наибольшими уровнями.

Эквивалентные уровни звука непостоянного шума $L_{Aэкв}$, дБА, следует определять по формуле (40), заменяя $L_{экв}$ на $L_{Aэкв}$, и L_j на L_{Aj}.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО СНИЖЕНИЯ УРОВНЕЙ ШУМА

Требуемое снижение уровней шума $\Delta L_{тр.}$, дБ, в октавных полосах частот или в уровнях звука, дБА, следует определять для каждой расчетной точки, выбранной в соответствии с СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». При расчетах шума от транспортного потока улиц и дорог, железнодорожных и трамвайных линий, водного и воздушного

транспорта, а также от промышленных зон и отдельных предприятий требуемое снижение уровней шума определяют в уровнях звука на всех стадиях проектирования.

При расчетах шума на стадии ТЭО на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях и на площадках промышленных предприятий, в расчетных точках помещений жилых и общественных зданий требуемое снижение уровней шума допускается определять в уровнях звука.

Требуемое снижение уровней шума в расчетных точках на стадии рабочего проекта или проекта предприятия, объектов жилищного и гражданского строительства определяют в октавных полосах нормируемого диапазона частот.

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления $\Delta L_{\text{тр}i}$, дБ, (или уровней звука $\Delta L_{\text{Атр}i}$, дБА) в расчетной точке на территории от каждого источника шума (транспортный поток улиц и дорог, железнодорожный транспорт, внутриквартальный источник шума, промышленное предприятие и т.п.) определяют по формуле

$$\Delta L_{\text{тр}i} = L_i - L_{\text{доп}} + 10\lg n, \tag{41}$$

где L_i - октавный уровень звукового давления или уровень звука от i-го источника, рассчитанный в расчетной точке, дБ (дБА);

$L_{\text{доп}}$ - допустимый октавный уровень звукового давления, дБ, или уровень звука, дБА;

n - общее число источников шума, учитываемых при расчете суммарного уровня в расчетной точке.

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления $\Delta L_{\text{тр}}$, дБ, или уровня звука $\Delta L_{\text{Атр}}$, дБА, в расчетной точке в помещении следует определять:

а) при одном источнике шума - по формуле

$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L_{\text{доп}}, \tag{42}$$

где L - октавный уровень звукового давления, дБ, или уровень звука от этого источника шума, дБА, рассчитанные в расчетной точке;

$L_{\text{доп}}$ - то же, что в формуле (41);

б) при нескольких однотипных одновременно работающих источниках шума (например, ткацкий цех) - по формуле

$$\Delta L_{\text{тр.сум}} = L_{\text{сум}} - L_{\text{доп}}, \tag{43}$$

где $L_{\text{сум}}$ - октавные уровни звукового давления, дБ, или уровень звука в расчетной точке, дБА, рассчитанные по формулам (29) и (30);

$L_{\text{доп}}$ - то же, что в формуле (41);

в) при нескольких одновременно работающих и расположенных группами источниках шума, сильно различающихся по уровням звуковой мощности (более 10 дБ):

- в расчетной точке в центре наиболее шумной группы - по формуле (43), где $L_{сум}$ - октавные уровни звукового давления или уровни звука, рассчитанные по формуле (9); $L_{доп}$ - то же, что в формуле (41);

- в расчетной точке в центре групп более тихих источников шума - по формуле (43);

г) в помещениях без источников шума по формуле

$$\Delta L_{тр\,i} = L_i - L_{доп} + 10\lg n, \qquad (44)$$

где L_i - октавный уровень звукового давления, дБ, или уровень звука, дБА, рассчитанные отдельно от каждого внешнего источника шума;

n - общее число внешних источников шума;

$L_{доп}$ - то же, что в формуле (41).

На территориях, а также в помещениях, где установлены источники с сильно различающимися уровнями звуковой мощности, заглушение шума следует начинать с наиболее шумных источников.

Рекомендуемые для подготовки источники:

Основная литература:

1. [1] – стр. 365 – 381;

Дополнительная литература:

1. [6] – стр. 133 – 144;

Справочно-правовые системы «Гарант» и «КонсультантПлюс»:

Нормативные документы:

1. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»;

2. СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003».

2.4 Практическое занятие № 4 – «Расчет потребного воздухообмена для общеобменной механической системы вентиляции»

Воздухообмен в производственных помещениях необходим для очистки воздуха от выделяющихся вредных газов или паров и для удаления излишних водяных паров и избыточного тепла.

В данном разделе рассматривается расчет воздухообмена, потребного для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла.

4.1 Расчет воздухообмена для очистки воздуха в жилых и общественных помещениях

Потребный воздухообмен определяется по формуле:

$$Q = \frac{(q \cdot 1000)}{(X_B - X_H)}, \qquad (45)$$

где: Q , м ^{3}/ч − потребный воздухообмен;

q , г/ч − количество вредностей, выделяющихся в воздух помещения;

$X_в$, мг/м^3 − предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения;

$X_н$, мг/м^3 − максимально возможная концентрация той же вредности в наружном воздухе.

Применяется также понятие кратности воздухообмена, которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Кратность воздухообмена n определяется по формуле:

$$n = \frac{Q}{Q_{ПОМ}} \qquad (46)$$

где: Q , м ^{3}/ч - потребный воздухообмен;

$Q_{пом}$, м ^{3} - внутренний объем помещения.

Так как $X_в$ определяется по табл.17 , а $X_н$ - по ГОСТ 12.1.005-88, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять количество вредностей, выделяющихся в воздух помещения.

Таблица 24 − Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование вредных веществ	Предельно-допустимая концентрация, мг/м^3	
	максимально-разовая	среднесуточная
1	2	3
Акролеин	0.3	0.1
Амилацитат	0.1	0.1
Ацетон	0.35	0.35
Бензол	2.4	0.8
Бензин (нефтяной малосернистый в пересчете на С)	5.0	1.5
Бутилацетат	0.1	0.1
Динил	0.01	0.01
Дихлорэтан	3.0	1.0
Метанол	1.5	0.5
Митилацетат	0.07	0.07
Марганец и его соединения	0.03	0.01
Мышьяк (неорганические соединения, кроме мышьяковистого водорода)	-	0.003
Окись углерода	6.0	1.0
Окись азота	0.3	0.1
Пыль нетоксическая	0.5	0.15
Ртуть металлическая	-	0.0003
Сернистый ангидрид	0.5	0.15
Сероводород	0.008	0.008

1	2	3
Сероуглерод	0.03	0.01
Сажа (копоть)	0.15	0.05
Серная кислота	0.3	0.1
Свинец и его соединения	-	0.0007
Свинец сернистый	-	0.0017
Стирол	0.003	0.003
Фосфорный ангидрид	0.15	0.05
Фтористые соединения	0.03	0.01
Фенол	0.01	0.01
Хлор	0.1	0.03
Хлористый водород	0.05	0.015

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота CO_2.

Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой ее концентрации. Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и выполняемой работы и допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в таблице 25.

Таблица 25 - Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	Количество CO_2	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые: при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержание CO_2:

для сельских населенных пунктов - 0.33 л/м ^{3};
для малых городов (до 300 тыс. жителей) - 0 .4 л/м ^{3};
для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) - 0.5 л/м ^{3}.

П р и м е р

Определить потребную кратность воздухообмена в жилой комнате для трех человек, если объем комнаты составляет $Q_{пом}$= 70 м ^{3}.

Решение

По таблице 25 определяем количество CO_2, выделяемой одним человеком q = 23 л/ч.

По таблице 26 определяем допустимую концентрацию CO_2 . $X_в$= 1 л/м^3

Таблица 26 - Допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	Количество CO_2	
	в л/м ^{3}	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые комнаты)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для периодического пребывания людей (учреждения)	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов принимаем $X_н$= 0,5 л/м.

Определяем потребный воздухообмен при числе живущих в комнате = 3.

$Q = q \cdot n_л /(X_в - X_н) = 23 \cdot 3/(1-0.5) = 138$ м ^{3}/ч

Потребная кратность воздухообмена составит:

$n = Q/Q_{пом} = 138/70 = 2$

Ответ: кратность воздухообмена n = 2.

4.2 Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла.

Расчет потребного воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле:

$$Q = \frac{L_{изб}}{\gamma_в \cdot C_в \cdot \Delta t} \quad (47)$$

где: Q, м ^{3}/ч - потребный воздухообмен; Δt

$L_{изб}$, кДж/ч - избыточное тепло;

$\gamma_в$ = 1.29 кг/м ^{3} - удельная масса приточного воздуха;

$C_в$= 1.0 кДж/(кг· ^{o}C) - теплоемкость воздуха;

Δt, ^{o}C - разница температуры удаляемого воздуха и приточного воздуха.

Величина Δt при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха - $L_н$, кДж/м ^{3}·ч

$$L_н = \frac{L_{изб}}{V_п} \quad (48)$$

где: $V_п$, м ^{3} - внутренний объем помещения.

При $L_н$< 80 ккал/(м ^{3}·ч) Δt=6,5^{o}C, а при $L_н$> 80 ккал/(м ^{3}·ч) Δt=8,5^{o}C.

Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле:

$$L_{изб} = L_{об} + L_{осв} + L_л + L_р - L_{отд} \quad (49)$$

где: $L_{об}$, ккал/ч - тепло , выделяемое оборудованием;

$L_{осв}$, ккал/ч - тепло , выделяемое системой освещения;

$L_л$, ккал/ч - тепло , выделяемое людьми в помещении;

$L_р$, ккал/ч - тепло , вносимое за счет солнечной радиации;

$L_{отд}$, ккал/ч - теплоотдача естественным путем.

4.2.1 Количество тепла, выделяемого оборудованием

$$L_{об} = 3600 \cdot P_{об} \cdot \psi_1 \quad (50)$$

где: ψ_1- коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования;

$P_{об}$, кВт - мощность, потребляемая оборудованием

$$P_{об} = P_{ном} \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \quad (51)$$

где: $P_{ном}$, кВт - номинальная (установленная) мощность;

ψ_2 - коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой;

ψ_3- коэффициент загрузки, т.е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой;

ψ_4- коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принять равным

$$\psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 = 0{,}25 \quad (52)$$

4.2.2 Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$L_{осв} = 3600 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \cos\varphi \quad (53)$$

где: $P_{осв}$,кВт - мощность осветительной установки;

α - коэффициент перевода электрической энергии в тепловую;

лампы накаливания α = 0,92 – 0,97

лампы люминесцентные α = 0,46 – 0,48

β - коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников β = 1)

cos φ - коэффициент мощности (cos φ = 0,7 – 0,8)

4.2.3 Определяем количество тепла, выделяемого людьми в помещении

$$L_л = 4.18\ n_л \cdot q_л \quad (54)$$

где: $n_л$ - количество людей;

$q_л$, ккал/ч - тепловыделения одного человека (таблица 27).

Таблица 27 - Количество тепловыделений одним человеком при различной работе, ккал/ч

Категория работы	Энергозатраты ккал/ч	Количество тепловыделений $q_л$, ккал/ч в зависимости от температуры окружающей среды			
		15°С	20°С	25 °С	30°С
Легкая - I	до 150	100	70	50	30
Средней тяжести-IIа	150-200	100	70	60	30
Средней тяжести-IIб	200 250	110	80	70	35
Тяжелая-III	свыше 250	110	80	80	35

4.2.4 Количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$L_р = m \cdot F \cdot q_{ост} \quad (55)$$

где: m - количество окон;

$q_{ост}$, ккал/ч - солнечная радиация через остекленную поверхность (таблица 28);

F , $м^2$- площадь одного окна.

Таблица 28 - Солнечная радиация через остекленную поверхность $q_{ост}$

Вид светового проема	Сторона света и широта, град.															
	ЮГ				ЮГО-ЗАПАД, ЮГО-ВОСТОК				ЗАПАД, ВОСТОК				СЕВЕР, СЕВЕРО-ЗАПАД, СЕВЕРО-ВОСТОК			
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревян-ными рамами	110	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими переплетами	140	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фонарь с двойным остеклением и мета-ллическими переплетами	130	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

4.2.5 Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем

Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что $L_{отд}$= $L_р$ для холодного и переходного периода года (среднесуточная температура наружного

воздуха ниже плюс 10°С). Для теплого периода года (среднесуточная температура наружного воздуха выше плюс 10°С) принимаем $L_{отд}$= 0.

Рекомендуемые для подготовки источники:
Основная литература:
1. [1] – стр. 294 – 302;
Дополнительная литература:
1. [5] – стр. 150 – 159;
2. [6] – стр. 120 – 127;
Справочно-правовые системы «Гарант» и «КонсультантПлюс»:
Нормативные документы:
1. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
2. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».

2.5 Практическое занятие № 5 – «Оценка напряженности трудового процесса для работников горнодобывающей промышленности»

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в течение всего рабочего дня. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса осуществляется по следующим показателям:

1) плотность сигналов и сообщений (световых, звуковых) в среднем за 1 час работы, поступающих как со специальных устройств (видеотерминалов, сигнальных устройств, шкал приборов), так и при речевом сообщении, в том числе по средствам связи - количество воспринимаемых и передаваемых сигналов (сообщений, распоряжений), позволяющее оценивать занятость или специфику деятельности работника. Чем больше число поступающих и передаваемых сигналов или сообщений, тем выше информационная нагрузка, приводящая к возрастанию напряженности. По форме (или способу) предъявления информации сигналы могут подаваться со специальных устройств (световые, звуковые сигнальные устройства, шкалы приборов, таблицы, графики, диаграммы, символы, текст, формулы и т. д.) и при речевом сообщении (по телефону, при непосредственном прямом контакте работников);

2) число производственных объектов одновременного наблюдения - указывает на возрастание напряженность труда с увеличением числа объектов одновременного наблюдения;

3) работа с оптическими приборами[<1>] (% времени смены) - определяется на основе хронометражных наблюдений время (часы, минуты) работы за оптическим прибором. Продолжительность рабочего дня принимается за 100%, а время фиксированного взгляда с использованием микроскопа, лупы переводится в проценты - чем больше процент времени, тем больше нагрузка, приводящая к развитию напряжения зрительного анализатора;

4) нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю) - степень напряжения голосового аппарата в зависимости от продолжительности речевых нагрузок;

5) монотонность нагрузок (число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях; время активных действий; монотонность производственной обстановки) - число однообразных операций при выполнении технологического задания; время, затрачиваемое на выполнение подготовительно-заключительных операций технологического процесса; время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса.

Класс (подкласс) условий труда устанавливается по показателю напряженности трудового процесса, имеющему наиболее высокий класс (подкласс) условий труда.

<1> Для целей настоящей Методики в качестве оптических приборов признаются устройства, применяемые в производственном процессе для увеличения размеров рассматриваемого объекта (лупы, микроскопы, дефектоскопы), либо используемые для повышения разрешающей способности прибора или улучшения видимости (бинокли). Оптическими приборами не признаются различные устройства для отображения информации (дисплеи), в которых оптика не используется (различные индикаторы и шкалы, покрытые стеклянной или прозрачной пластмассовой крышкой).

Таблица 29. Отнесение условий труда по классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса.

Показатели напряженности трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Сенсорные нагрузки				
Плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, ед.	до 75	76 - 175	176 - 300	более 300
Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед.	до 5	6 - 10	11 - 25	более 25
Работа с оптическими приборами (% времени смены)	до 25	26 - 50	51 - 75	более 75
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), час.	до 16	до 20	до 25	более 25

Монотонность нагрузок				
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций, ед.	более 10	9 - 6	5 - 3	менее 3
Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в% от времени смены), час.	менее 75	76 - 80	81 - 90	более 90

Пример протокола по показателям напряженности трудового процесса

ПРОТОКОЛ №

оценки условий труда по показателям напряженности
трудового процесса

1. Наименование организации, ее адрес:

2. Наименование подразделения организации, рабочего места:

3. Дата проведения измерения и оценки:

4. Наименование организации (или ее подразделения), привлеченной к выполнению инструментальных измерений, сведения об ее аккредитации:

5. Сведения о применяемых средствах измерения

№ п.п.	Наименование прибора, инструмента	Заводской номер	Номер свидетельства о поверке	Срок действия свидетельства о поверке
1.	Секундомер СОСпР-26-2-04-2010г., №7811	5907	№92132/2251	до 26.02.2011

6. Методы проведения измерений и оценок:

7. Краткое описание выполняемой работы:

8. Результат оценки условий труда по показателям напряженности трудового процесса:

Показатели напряженности трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Сенсорные нагрузки				
Плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, ед.	до 75	76 - 175	176 - 300	более 300
Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед.	до 5	6 - 10	11 - 25	более 25
Работа с оптическими приборами (% времени смены)	до 25	26 - 50	51 - 75	более 75
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), час.	до 16	до 20	до 25	более 25
Монотонность нагрузок				
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций, ед.	более 10	9 - 6	5 - 3	менее 3
Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в% от времени смены), час.	менее 75	76 - 80	81 - 90	более 90

9. Заключение:рабочее место соответствует требованиям нормативно-технической документации. Класс условий труда - .

Оценку провели:

Инженер _____

Представитель организации, в которой проводилась оценка:

Ведущий инженер по охране труда_____

Ответственное лицо аттестующей организации

Заведующий лабораторией_____

Рекомендуемые для подготовки источники:

Справочно-правовые системы «Гарант» и «КонсультантПлюс»:

Нормативные документы:

1. Приказ от 24 января 2014 г. № 33Н «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению»

2.6 Практическое занятие № 6 – «Оценка тяжести трудового процесса для работников горнодобывающей промышленности»

Тяжесть труда - характеризует трудовой процесс, отражая пре-имущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функ-циональные системы организма (сердечно – сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Тяжесть трудового процесса (труда) оценивают независимо от индивидуальных особенностей человека по следующим показателям:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

Методика комплексной оценка тяжести трудового процесса приведена в п. 6.9.

6.1. Физическая динамическая нагрузка

Физическая динамическая нагрузка выражается в единицах внешней механической работы за смену (кг·м). Динамическая работа – это процесс периодического сокращения и расслабления скелетных мышц, приводящий к перемещению груза, а так же тела человека или его частей в пространстве. Физическая динамическая нагрузка подразделяется на региональную (с участием мышц рук и плечевого пояса) и общую (с участим мышц рук, корпуса и ног). Для подсчета физической динамической нагрузки определяется масса груза, перемещаемого вручную в каждой операции и путь его перемещения в метрах.

Подсчитывается общее количество операций по переносу груза за смену и суммируется величина внешней механической работы за смену в целом. По величине внешней механической работы за смену, в зависимости от вида нагрузки (региональная или общая) и расстояния перемещения груза, определяют, к какому классу условий труда относится данная работа. В табл. 30 приведены классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса.

Таблица 30. Классы условий труда по показателям физической динамической нагрузки

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (легкая физическая нагрузка) **класс 1**	Допустимый (средняя физическая нагрузка) **класс 2**	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени **класс 3.1**	2 степени **класс 3.2**
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг·м)				
1.1 При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м:				
для мужчин	до 2 500	до 5 000	до 7 000	более 7000
для женщин	до 1 500	до 3 000	до 4 000	более4000
1.2 При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1 При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м				
для мужчин	до 12 500	до 25 000	до 35000	более 35000
для женщин	до 7 500	до 15 000	до 25000	более 25000
1.2.2.При перемещении груза на расстояние более 5 м				
для мужчин	до 24 000	до 46 000	до 70 000	более 70000
для женщин	до 14 000	до 28 000	до 40 000	более 40000

Рассмотрим несколько примеров расчетов физической динамической нагрузки.

Пример 1. Слесарь механосборочных работ берет с конвейера деталь, перемещает ее на свой рабочий стол, выполняет необходимые операции и перемещает деталь обратно на конвейер.

Исходные данные:

- рабочий (пол) – мужчина;
- масса груза (р) - 2 кг;
- путь перемещения груза (l) – 1м;
- общее количество деталей, обрабатываемых за смену (сменное задание) (n) – 1000 шт;
- количество циклов перемещения одной детали (на рабочее место и с рабочего места) (x) – 2.

Порядок расчета:

Суммарное расстояние перемещение груза за смену определяется из учета - $L=x \cdot l \cdot n = 2 \cdot 1 \cdot 1000=2000$ м

Внешняя механическая работа, затраченная на весь путь перемещения рабочим деталей определяется $A= p \cdot L =2 \cdot 2000= 4000$ кг·м

Вывод: Работа региональная, расстояние перемещения груза до 1 м, следовательно, по показателю 1.1 (табл. 30) относится ко 2 классу.

Рассчитанная величина физической динамической нагрузки заносится в п. 1.1 протокола, графу «фактическое значение».

Пример 2.Электрогазосварщик переносит с конвейера деталь, выполняет сварочные работы, перемещает деталь обратно на конвейер.

Исходные данные:

- рабочий (пол) – мужчина;
- масса груза (р) - 10 кг;
- путь перемещения груза (l) – 5м;
- общее количество деталей, обрабатываемых за смену (сменное задание) (n) – 200 шт;
- количество циклов перемещения одной детали (на рабочее место и с рабочего места) (x) – 2.

Порядок расчета:

Суммарное расстояние перемещение груза за смену определяется из учета двойного перемещения груза (на рабочее место и с рабочего места) - $L=x \cdot l \cdot n = 2 \cdot 5 \cdot 200=2000$ м

Внешняя механическая работа, затраченная на весь путь перемещения рабочим деталей определяется $A= p \cdot L =10 \cdot 2000= 20000$ кг·м

Вывод: Работа осуществляется при общей нагрузке, расстояние перемещения груза до 5 м, следовательно, по показателю 1.2.1 (табл. 30) относится ко 2 классу.

Рассчитанная величина физической динамической нагрузки заносится в п. 1.2.1 протокола.

Пример 3. Определить класс условий труда по показателю «физическая динамическая нагрузка» для главного бухгалтера.

Исходные данные:

- рабочий (пол) – женщина;
- физические нагрузки – отсутствуют.

Вывод: поскольку физические нагрузки отсутствуют, следовательно, по показателям п. 1.1-1.2 (табл.30) работа относится к 1 классу.

Результат заносится в п. 1 протокола, графу «фактическое значение».

6.2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную

Переносимым грузом может быть не только деталь или изделие, но и любой предмет труда, в том числе рабочий инструмент. Для определения массы груза (поднимаемого или переносимого работником на протяжении смены, постоянно или при чередовании с другой работой) его взвешивают на товарных весах (массу груза можно также определить по документам.). Регистрируется только максимальная величина. Классы условий труда по массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную приведены в табл. 31.

Таблица 31. Классы условий труда по массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную.

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час):				
для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
Подъем и перемещение тяжести постоянно в течение рабочего дня (смены) (более 2 раз в час):				
для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа рабочего дня (смены):				
с рабочей поверхности:				
для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1 500 до 700	более 1 500 более 700
с пола:				
для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350

Результат заносится в п. 2.1-2.3 протокола, графу «фактическое значение».

6.3. Стереотипные рабочие движения

Стереотипность рабочих движений создается при навязанном характере технологических операций, совершаемых в быстром темпе, например, конвейерные, станочные работы. Движения пальцами и кистью руки обычно высококоординированы и характерны в большей степени для рабочих поз «сидя» и «сидя-стоя». Рабочие позы «стоя» и «сидя-стоя» требуют более высокоамплитудных движений в плечевом и локтевом суставах.

Стереотипные рабочие движения в зависимости от амплитуды и участвующей в выполнении движения мышечной массы делятся на локальные и региональные. Подсчитывают количество движений за 10—15 мин, затем определяют их количество за время, в течение которых выполняется эта работа. Работы, для которых характерны локальные движения, как правило, выполняются в быстром темпе (60—250 движений в минуту) и за смену количество движений может достигать нескольких десятков тысяч. Поскольку при этих работах темп, т. е. количество движений в единицу времени, практически не меняется, то, подсчитав, с применением какого-либо автоматического счетчика, число движений за 10—15 мин, рассчитываем число движений в 1 мин, а затем умножаем на число минут, в течение которых выполняется эта работа. Время выполнения работы определяем путем хронометражных наблюдений или по фотографии рабочего дня. Классы условий труда по стереотипным рабочим движениям приведены в табл. 32.

Таблица 32. Классы условий труда по стереотипным рабочим движениям.

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Количество стереотипных рабочих движений работника при локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук):				
	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
Количество стереотипных рабочих движений работника при региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса):				
	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000

Рассмотрим пример по определению количества стереотипных рабочих движений.

Пример. Определить класс условий труда по показателю «стереотипные рабочие движения» для слесаря механосборочных работ.

Исходные данные:

- количество движений в минуту (b) – 5;
- тип амплитуды нагрузки – региональная;
- продолжительность выполнения работы за смену (t) – 312 мин.

Порядок расчета:

Количество движений, выполняемых рабочим за смену - $B=b \cdot t = 5 \cdot 312=1560$

Вывод: Работа выполнена при региональной нагрузке с общим количеством движений за смену 1560, по табл. 32 п. 3.2 ее относим к классу 2.

Данная величина заносится в п. 3.2. протокола, графу «фактическое значение».

6.4. Статическая нагрузка

Статическая нагрузка связана с поддержанием человеком груза или приложением усилия без перемещения тела или его отдельных звеньев. Рассчитывается путем перемножения двух параметров: величины удерживаемого усилия (веса груза) и времени его удерживания.

Оценка класса условий труда по этому показателю осуществляться с учетом преимущественной нагрузки: на одну, две руки или с участием мышц корпуса и ног. Если при выполнении работы встречается 2 или 3 указанных выше нагрузки (нагрузки на одну, две руки и с участием мышц корпуса и ног), то их следует суммировать и суммарную величину статической нагрузки соотносить с показателем преимущественной нагрузки. Классы условий труда по стереотипным рабочим движениям приведены в табл. 33.

Таблица 33. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за рабочий день (смену) при удержании работником груза, приложении усилий, кгс с.

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
При удержании груза одной рукой:				
для мужчин для женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	более 70 000 более 42 000
При удержании груза двумя руками:				
для мужчин для женщин	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	до 140 000 до 84 000	более 140 000 более 84 000
При удержании груза с участием мышц корпуса и ног:				
для мужчин для женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	до 200 000 до 120 000	более 200 000 более 120 000

Результат заносится в п. 4 протокола, графу «фактическое значение».

6.5. Рабочая поза

Характер рабочей позы обусловлен организацией технологического процесса и рабочего места. При оценке характера рабочей позы следует иметь ввиду, что:

- свободная поза комфортна и может быть изменена в любой момент по усмотрению работающего;
- фиксированная поза (очевидно, сидя), может иметь место в условиях, когда рабочее место достаточно эргономично, но технологический процесс не позволяет ее покинуть;
- неудобная (вынужденная) является поза при работе на коленях с глубоким наклоном корпуса и т.д.;
- рабочая поза «стоя» может иметь место в условиях, когда рабочее место достаточно эргономично, но технологический процесс не позволяет ее покинуть.

Характер рабочей позы (свободная, неудобная (вынужденная), фиксированная) определяется визуально. Классы условий труда по показателю «рабочая поза» приведены в табл. 34.

Таблица 34. Классы условий труда по показателю «рабочая поза» <1>.

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
Свободное удобное положение с возможностью смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в положении "стоя" <1> до 40% времени рабочего дня (смены).	Периодическое, до 25% времени смены, нахождение в неудобном <2> и (или) фиксированном <3> положении. Нахождение в положении "стоя" до 60% времени рабочего дня (смены).	Периодическое, до 50% времени смены, нахождение в неудобном и (или) фиксированном положении; периодическое, до 25% времени рабочего дня (смены), пребывание в вынужденном положении <4>. Нахождение в положении "стоя" до 80% времени рабочего дня (смены). Нахождение в положении "сидя" без перерывов от 60 до 80% времени рабочего дня (смены).	Периодическое, более 50% времени рабочего дня (смены), нахождение в неудобном и (или) фиксированном положении; периодическое, более 25% времени рабочего дня (смены), пребывание в вынужденном положении. Нахождение в положении "стоя" более 80% времени рабочего дня (смены). Нахождение в положении "сидя" без перерывов более 80% времени рабочего дня (смены).

<1> Для целей настоящей методики работой в положении "стоя" считается работа, которая не предполагает возможности ее выполнения в положении "сидя".

<2> Работа с наклоном или поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками, с неудобным размещением ног. Неудобное рабочее положение характерно для работ, при которых органы управления или рабочие поверхности оборудования расположены вне пределов максимальной досягаемости рук работника либо в поле зрения работника находятся объекты, препятствующие наблюдению за обслуживающимся объектом или процессом. Неудобное положение работника может быть также связано с необходимостью удержания работником рук на весу.

<3> К фиксированным рабочим положениям относятся положения с невозможностью изменения взаимного положения различных частей тела работника относительно друг друга. Подобные положения встречаются при выполнении работ, связанных с необходимостью в процессе производственной деятельности различать мелкие объекты. Примером работ с фиксированным рабочим положением являются работы, выполняемые с использованием оптических увеличительных приборов - луп и микроскопов. Фиксированное рабочее положение характеризуется либо полной неподвижностью, либо ограниченным количеством высокоточных движений, совершаемых с малой амплитудой в ограниченном пространстве.

<4> К вынужденным рабочим положениям работника относятся положения "лежа", "на коленях", "на корточках".

Результат заносится в п. 5 протокола, графу «фактическое значение».

6.6. Наклоны корпуса

Этот фактор по своему значению и методу оценки идентичен стереотипным движениям. У человека со средними антропометрическими данными наклоны корпуса более 30° встречается, если он берет какие-либо предметы или выполняет действия руками на высоте не более 50 см от пола. Число наклонов за смену определяется путем их прямого подсчета за одну операцию, и умножением на число операций за смену. Классы условий труда по показателю «наклоны корпуса» приведены в табл. 35.

Таблица 35. Классы условий труда по показателю «наклоны корпуса»

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
до 50	51 - 100	101 - 300	свыше 300

Пример. Определить класс условий труда для слесаря механосборочных работ по показателю «наклоны корпуса»

Исходные данные:

- количество наклонов за смену (более 30°) – 20.

Вывод: При выполнении за смену 20 наклонов класс условий труда работника определяется по табл. 35 - как класс 1.

Данная величина заносится в п. 6. протокола, графу «фактическое значение».

6.7. Перемещение в пространстве

Перемещение в пространстве – это путь, пройденный работником за смену как по вертикали, так и по горизонтали. В случае перемещения как по горизонтали, так и по вертикали, расстояния следует суммировать. Оценку классов условий труда производят согласно табл. 36 по преимущественному перемещению (либо по горизонтали, либо по вертикали) из условия общей длины перемещения в пространстве.

Перемещение в пространстве определяется с помощью шагомера. Количество шагов за смену умножается на длину шага (в среднем: мужской шаг - 0,6 м, а женский - 0,5 м), полученная величина выражается в км. Перемещением по вертикали путь, пройденный по лестницам или наклонным поверхностям - от 30° до 90°, а по горизонтали - путь, пройденный по плоскости с наклоном от 0° до 30° .

Классы условий труда по показателю «перемещение в пространстве» приведены в табл. 36.

Таблица 36. Классы условий труда по показателю «перемещение в пространстве».

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
По горизонтали:			
до 4	до 8	до 12	более 12
По вертикали:			
до 1	до 2,5	до 5	более 5

Пример.Определить класс условий труда по показателю «перемещение в пространстве» для слесаря механосборочных работ

Исходные данные:

- рабочий (пол) – мужчина;
- длина шага (t) - 0,6 м;
- перемещение в пространстве – горизонтальное;
- количество шагов за смену (f) – 4 000.

Порядок расчета:

Расстояние, которое работник проходит за смену определяется: $F=f \cdot t = 4000 \cdot 0{,}5$ м $=2000$ м $= 2$ км

Вывод: таки образом по общей длине перемещения 2 км согласно п. 7.1. табл. 36 работа относится к классу 1.

Данная величина заносится в п. 7.1. протокола, графу «фактическое значение».

6.8. Общая оценка тяжести трудового процесса

Оценка тяжести физического труда проводится на основе учета всех выше перечисленных показателей (табл. 1.1- табл. 1.8). При этом вначале устанавливается класс по каждому измеренному показателю, а окончательная оценка тяжести труда устанавливается по показателю, отнесенному к наибольшей степени тяжести. При наличии двух и более показателей класса 3.1 и 3.2 общая оценка устанавливается на одну степень выше 3.2 и 3.3 классы соответственно.

Полученные результаты оценки показателей тяжести трудового процесса оформляются протоколом. Форма протокола и пример оценки тяжести трудового процесса представлены ниже.

Пример оформления протокола по показателям тяжести трудового процесса для электрогазосварщика

ПРОТОКОЛ № 2
оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса

1. **Наименование организации, ее адрес**: ОАО «АВТОВАЗ», 44560, Самарская область, г. Тольятти, Южное шоссе, 6

2. **Наименование подразделения организации, рабочего места:** МСП, цех № 38-1, бригада № 521, р.м. № 2

Электрогазосварщик

3. **Дата проведения измерения и оценки:** 01.08.2010
4. **Наименование организации (или ее подразделения), привлеченной к выполнению инструментальных измерений, сведения об ее аккредитации:** ООО «Центр охраны труда», Лаборатория экспертизы условий труда. Аттестат аккредитации 1 от 01.03.2009г. номер Госреестра РОСС RU 1547.65 ОТ 367.
5. **Сведения о применяемых средствах измерения:** секундомер СОСпР-26-2-04-2010г., №7811, Свидетельство № 92132/2251, действительно до 26.02.2011 г. Динамометр ДПУ-1-2 5031 № 220, свидетельство 278122/20461, действительно до 29.12.2011 г., Шагомер ШМ-6, не поверяется.
6. **Методы проведения измерений и оценок:** Руководство Р 2.2.2006 - 05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

7. **Краткое описание выполняемой работы:** сварка деталей (Подъем, перемещение деталей, массой до 10 кг на расстояние до 5м (деталь перемещается дважды). Сменное задание 200 шт. Нахождение в позе стоя до 80% времени смены).Совершает перемещения по территории цеха до 2,5 км.
8. **Результат оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса:**

Показатель тяжести трудового процесса	Нормативное значение		Фактическое значение	Класс условий труда
	Опти-мальное	Допустимое		
1	2	3	4	5
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг·м)				
1.1. При региональной нагрузке (с участием преимущественно мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1м - для мужчин	до 2500	до 5000	отсутствует	1
- для женщин	до 1500	до 3000		
1.2.При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног): 1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м				
- для мужчин	до 12500	до 25000	до 20000	2
- для женщин	до 7500	до 15000		
1.2.2.При перемещении груза на расстояние более 5 м - для мужчин	до 24000	до 46000	отсутствует	1
- для женщин	до 14000	до 28000		
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг				
2.1.Подъём и перемещение (разовое) тяжестей при чередовании с другой работой (до 2р. в час) - для мужчин	до 15	до 30	отсутствует	1
- для женщин	до 5	до 10		
2.2. Подъём и перемещение тяжестей постоянно в теч. рабочей смены - для мужчин	до 5	до 15	до 10	2
- для женщин	до 3	до 7		
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей поверхности				
- для мужчин	до 250	до 870	отсутствует	1
- для женщин	до 100	до 350		
2.3.2. С пола - для мужчин	до 100	до 435	до 500	3.1

Показатель тяжести трудового процесса	Нормативное значение		Фактическое значение	Класс условий труда
	Опти-мальное	Допустимое		
1	2	3	4	5
- для женщин	до 50	до 175		
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20000	до 40000		
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10000	до 20000	до 400	1
4. Статическая нагрузка Величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кгс·с				
4.1. Одной рукой: - для мужчин	до 18000	до 36000	отсутствует	1
- для женщин	до 11000	до 22000		
4.2. Двумя руками:				
- для мужчин	до 36000	до 70000	отсутствует	1
- для женщин	до 22000	до 42000		
4.3. С участием мышц корпуса и ног:				
- для мужчин	до 43000	до 100000	до 80 000	2
- для женщин	до 26000	до 60000		
5. Рабочая поза				
5. Рабочая поза	Свободная удобная поза, нахождение стоя до 40%	Периодическое, до 25% времени смены, нахождение в неудобной позе, нахождение стоя до 60%	Нахождение в позе стоя до 80% времени смены	3.1
6. Наклоны корпуса				
6. Наклоны корпуса (кол-во за смену)	до 50	51-100	до 110	3.1
7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км				

Показатель тяжести трудового процесса	Нормативное значение		Фактическое значение	Класс условий труда
	Опти-мальное	Допустимое		
1	2	3	4	5
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 2,5	1
7.2. По вертикали	до 2	до 4	отсутствует	1
Общая оценка тяжести трудового процесса				**3.2**

9. **Заключение:<u>рабочее место не соответствует требованиям нормативно-технической документации. Класс условий труда - 3.2 (вредный 2 степени).</u>**

Оценку провели:

Инженер _____

Представитель организации, в которой проводилась оценка:

Ведущий инженер по охране труда_____

Ответственное лицо аттестующей организации

Заведующий лабораторией_____

Рекомендуемые для подготовки источники:

Справочно-правовые системы «Гарант» и «КонсультантПлюс»:

Нормативные документы:

1. Приказ от 24 января 2014 г. № 33Н «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

2.7 Практическое занятие № 7 – «Гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах»

Уровни вредных и опасных производственных факторов определяются на основе инструментальных измерений при ведении производственных процессов в соответствии с технологической документацией при исправных и эффективно действующих средствах коллективной защиты. При этом используются методы контроля, предусмотренные действующими нормативными актами.

Исходя из степени отклонения фактических уровней факторов рабочей среды и трудового процесса от гигиенических нормативов, условия труда по степени вредности и опасности условно подразделяются на 4 класса.

Оптимальныеусловия труда (1 класс) - условия, при которых сохраняется здоровье работника и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня

работоспособности. Оптимальные нормативы факторов рабочей среды установлены для микроклиматических параметров и факторов трудовой нагрузки. Для других факторов за оптимальные условно принимают такие условия труда, при которых вредные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работников и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работника и/или его потомство и имеют 4 степени вредности:

1 степень 3 класса (3.1)- условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

2 степень 3 класса (3.2)- уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости (что может проявляться повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых для данных факторов органов и систем), появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень 3 класса (3.3) условия труда, характеризующиеся такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (профессионально обусловленной) патологии;

4 степень 3 класса (3.4)- условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

Классы условий труда устанавливают на основании всех фактически измеренных параметров факторов рабочей среды и трудового процесса, подразделяющихся на следующие группы:

- Химический фактор;
- Биологический фактор;

- Аэрозоли преимущественного фиброгенного действия (ПФД);
- Виброакустические факторы;
- Микроклимат;
- Световая среда;
- Неионизирующие электромагнитные поля и излучения;
- Ионизирующие излучения;
- Аэроионный состав воздуха;
- Тяжесть труда;
- Напряженность труда.

Если фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых величин соответственно, то условия труда на рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся к 1 или 2 классу.

Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то условия труда на таком рабочем месте, в зависимости от величины превышения, как по отдельному фактору, так и при их сочетании, могут быть отнесены к 1 - 4 степеням 3 класса вредных или 4 классу опасных условий труда.

Общую оценку устанавливают:

- по наиболее высокому классу и степени вредности;
- в случае сочетанного действия 3 и более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;
- при сочетании 2 и более факторов классов 3.2, 3.3, 3.4 - условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

Методика оценки и критерии приведены в Приказе от 24 января 2014 г. № 33Н «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

Рекомендуемые для подготовки источники:

Справочно-правовые системы «Гарант» и «КонсультантПлюс»:

Нормативные документы:

1. Приказ от 24 января 2014 г. № 33Н «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

2.8. Практическое занятие № 8 – «Расчет показателей производственного травматизма и профессиональных заболеваний»

Для характеристики уровня производственного травматизма в бригаде, участке, цехе, предприятии, отрасли и народном хозяйстве в целом, а также для сопоставления состояния травматизма в этих структурных подразделениях используются относительные показатели (коэффициенты) частоты, тяжести несчастных случаев и нетрудоспособности. Показатели рассчитываются на основе данных отчета о пострадавших при несчастных случаях.

Показатель частоты несчастных случаев Кч:

$$Кч=Н*1000/Р \quad (56)$$

где Н — число несчастных случаев за рассматриваемый период с потерей трудоспособности на один день и более; Р — среднесписочное число работающих за этот же период.

Физический смысл показателя заключается в том, что он оценивает число несчастных случаев, приходящееся на 1000 работающих в рассматриваемом структурном подразделении за отчетный период.

Показатель тяжести несчастных случаев Кт:

$$Кт=Д/Н \quad (57)$$

где Д — суммарное число дней нетрудоспособности из-за несчастных случаев, произошедших в подразделении за рассматриваемый период.

Физический смысл показателя заключается в том, что он оценивает среднее число дней нетрудоспособности, приходящееся на один несчастный случай (за рассматриваемый период в подразделении).

Так как при разных значениях этих показателей трудно установить, в каком подразделении состояние с травматизмом и обусловленными им материальными потерями обстоит лучше, дополнительно используется показатель нетрудоспособности Кл:

$$Кл=Д*1000/Р \quad (58)$$

Его физический смысл заключается в опенке дней нетрудоспособности, приходящихся на 1000 работающих среднесписочного состава за рассматриваемый период в подразделении.

Показатель частоты профессиональных заболеваний (отравлений) Кпр за год:

$$Кпр=Нпр*10000/Ч \quad (59)$$

где: Нпр - число вновь установленных диагнозов профзаболеваний у вновь выявленных больных;

Ч - число лиц, работающих в соответствующих условиях труда.

В качестве критериев оценки степени профессиональных рисков по показателю состояния здоровья может быть использован индекс профессионального риска профессиональных заболеваний, который является интегральным показателем утраты трудоспособности вследствие профессиональных заболеваний и отравлений.

Интегральный индекс профессионального риска рассчитывается по формуле:

$$И_{пр} = \frac{(n_1 \times K_{T1}) + ... + (n_n \times K_{Tn})}{N \times L} \times 100 \quad (60)$$

где: $И_{пр}$ - индекс профессионального риска;

$n_1 ... n_n$ - число профзаболеваний определенной категории тяжести в данной профессиональной группе

$К_{Т1} ... К_{Тn}$ - категории тяжести профзаболевания;

N - численность данной группы;

L - число лет наблюдений.

Рекомендуемые для подготовки источники:

Основная литература:

1. [1] – стр. 68 – 84;

2.9 Практическое занятие № 9 – «Чрезвычайные ситуации природного характера и защита населения от их последствий»

Содержание тем семинарских занятий с указанием рекомендуемых для подготовки источников.

Тема 1. Опасные геологические явления и процессы.

Рекомендуемые для подготовки источники:

Дополнительная литература:

1. [3] – стр. 10 – 18;

Тема 2. Опасные гидрологические явления и процессы.

Рекомендуемые для подготовки источники:

Дополнительная литература:

1. [3] – стр. 23 – 29;

Тема 3. Опасные метеорологические явления и процессы.

Рекомендуемые для подготовки источники:

Дополнительная литература:

1. [3] – стр. 18 – 23;

Тема 4. Природные пожары.

Рекомендуемые для подготовки источники:

Дополнительная литература:

1. [3] – стр. 29 – 40;

2.10 Практическое занятие № 10 – «Чрезвычайные ситуации техногенного характера и защита населения от их последствий»

Содержание тем семинарских занятий с указанием рекомендуемых для подготовки источников.

Тема 1. Аварии на химически опасных объектах.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 42 – 48;

Тема 2. Аварии на радиационно опасных объектах.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 10 – 18;
2. [4] – стр. 74 – 88;

Тема 3. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 48 – 51;

Тема 4. Аварии на транспорте.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 53 – 59;

Тема 5. Аварии на гидродинамических объектах.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 51 – 53;

Тема 6. Аварии на коммунально-энергетических объектах.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 53 – 59;

2.11 Практическое занятие № 10 – « Чрезвычайные ситуации социального характера и защита населения от их последствий»Содержание тем семинарских занятий с указанием рекомендуемых для подготовки источников.

Тема 1. Чрезвычайные ситуации, при ведении военных действий.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 77 – 104;

Тема 1. Опасные ситуации криминогенного характера.
Рекомендуемые для подготовки источники:
Дополнительная литература:
1. [3] – стр. 77 – 104;
2. [4] – стр. 213 – 227;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература:

1. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учеб. для бакалавров : рек. НМС / С. В. Белов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2013. - 683 с.

2. Михайлов, В. В.Горнопромышленная экология [Текст] : учеб. пособие : рек. УМО / Ю. В. Михайлов, В. В. Коворова, В. Н. Морозов ; под ред. Ю. В. Михайлова. - М. : Академия, 2011. - 336 с. : рис., табл. - (Высшее проф. образование. Горное дело)

3. Сергеев, В. С. Безопасность жизнедеятельности. Учебно-методический комплекс дисциплины [Электронный ресурс] / В. С. Сергеев. - М.: Академический проект, 2010. - 560 с. - 978-5-8291-1193-9. Режим доступа:http://biblioclub.ru

б) дополнительная литература:

1. Семенова И. В. Промышленная экология [Текст] : учеб. пособие / И. В. Семенова. - М. : Академия, 2009. - 521 с.

2. Носкова О.Г. Психология труда [Текст] : учеб. пособие: рек. УМО / О. Г. Носкова ; под ред. Е. А. Климова. - М. : Академия, 2004. - 384 с. - (Высшее проф. образование : психология). - Библиогр.: с. 310. - Прил.: с. 329.

3. Сергеев В. С. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях [Текст] : учеб. пособие: Рек. Мин. обр. РФ / В.С. Сергеев. - 4-е изд. - М. : Академ. Проект, 2004. - 431 с.

4. Михайлов Л. А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них [Текст] : учеб. : доп. УМО / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин ; под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2008. - 235 с.

5. Васильев П.П. Безопасность жизнедеятельности**:** Экология и охрана труда. Количественная оценка и примеры : Учеб. пособие: Рек. УМЦ вузов/ П.П. Васильев. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 189 с.

6. Васильев П.П. Практикум по безопасности жизнедеятельности человека, экологии и охране труда/ П. П. Васильев. -М.: Финансы и статистика, 2004. - 191 с.

7. Никифоров, Л. Л. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] / Л. Л. Никифоров, В. В. Персиянов. - М.: Дашков и Ко, 2013. - 494 с. - 978-5-394-01354-6. Режим доступа:http://biblioclub.ru