

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОУ ВПО  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
(ДонНТУ)  
КАФЕДРА ОХРАНЫ ТРУДА И АЭРОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по разработке раздела «Охрана труда» в дипломных проектах  
машиностроительных специальностей

Отрасль знаний: 0505 «Инженерная механика и машиностроение»

Направление подготовки: 6050502 «Инженерная механика»

6050503 «Машиностроение»

**РАССМОТРЕНО**

на заседании кафедры

«Охрана труда и аэрология»

Протокол № 6 от 20.01.2016 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

На заседании учебно- мето-

дического совета ДонНТУ

Протокол № 1 от 17.02. 2016 г.

Донецк 2016

УДК 658.382.3:621

Методические указания предназначены для студентов дневной заочной формы обучения с направлением подготовки: 6050502 «Инженерная механика и 6050503 «Машиностроение», и используются при выполнении раздела «Охрана труда» в дипломном проектировании. В методических указаниях определены содержание и основные требования к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных работах.

Составитель: В.Л. Овчаренко, к.т.н., доц.

Рецензенты: С.П. Еронько, д.т.н., проф.

Ю.Ф. Булгаков, д.т.н., проф.

Ответственный

За выпуск Ю.Ф. Булгаков, д.т.н., проф.

## Содержание

1.	Введение	4
2.	Выдача задания по разделу «Охрана труда» дипломного проекта, объём раздела и его оформление и расположение	4
3.	Организация консультаций для студентов-заочников	6
4.	Общие требования к содержанию разделу «Охрана труда»	7
5.	Содержание раздела «Охрана труда»	7
6.	Раздел «Охрана труда» в дипломных работах для технических специальностей. Особенности содержания	12
7.	Раздел «Охрана труда» в научно исследовательских дипломных проектах. Особенности содержания	14
8.	Примеры выполнения раздела «Охрана труда»	
8.1.	В дипломном проекте бакалавра	14
8.2.	В дипломном проекте магистра и специалиста	25
9.	Приложение	43
10.	Приложение 1. Параметры микроклимата в рабочей зоне	43
11.	Приложение 2. ПЭВМ. Допустимые и эквивалентные уровни шума	44
12.	Приложение 3. Оценка интенсивности теплового излучения	44
13.	Приложение 5. Оценка интенсивности ультразвукового поля	47
14.	Приложение 6. Расчет защитного заземления	49
15.	Приложение 7. Расчёт зануления	56
16.	Приложение 8. Вентиляция помещений для работы на ПЭВМ	66
17.	Приложение 9. Характеристика материалов теплопоглощающих экранов	67
18.	Приложение 10. Значения коэффициентов отражения материалов	67
19.	Приложение 11. Звукоизоляция некоторых материалов	68
20.	ЛИТЕРАТУРА	69

## **1. Введение**

В соответствии с Конституцией Донецкой Народной Республики [1] ст. 30 «Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены». В связи с этим, наниматели в лице администрации, руководители, собственники предприятий обязаны обеспечить здоровые и безопасные условия труда работающим.

В соответствии с Законом Донецкой Народной Республики «Об охране труда», гл. II, ст. 5 основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются: 1) приоритет жизни и здоровья работников; 2) ответственность работодателя за создание здоровых и безопасных условий труда» [2].

Эффективный и безопасный труд возможен только в том случае, если производственные условия на рабочем месте отвечают всем требованиям международных стандартов в области охраны труда.

Решение задачи обеспечения охраны труда на производстве будут решать и выпускники университета – будущие руководители предприятий и различных структурных подразделений (секторов, отделов, служб предприятий и т. д.) на основании знания трудового законодательства, вопросов инженерного обеспечения безопасности, производственной санитарии и гигиены труда, пожарной профилактики.

В дипломной работе должны быть представлены решения, направленные на снижение вероятности возникновения аварий, взрывов, пожаров, производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

В соответствии с действующими требованиями дипломные проекты, в которых отсутствуют или решены на низком уровне вопросы безопасности труда, не допускаются к защите.

## **2. Выдача задания по разделу «Охрана труда» дипломного проекта, объём раздела, его оформление и расположение**

Полученные в процессе обучения знания по вопросам безопасности и охраны труда студент должен творчески применить при выполнении дипломной работы (проекта). В будущей своей практической деятельности он как специалист должен руководствоваться правилом: проектировать оборудование, разрабатывать технологические процессы с учётом исключения производственных вредностей и опасностей для работающих.

В дипломной работе (проекте) должен быть специальный раздел «Охрана труда». Кроме этого, вопросы охраны труда должны быть проработаны в

конструкторской, технологической и исследовательской частях дипломной работы (проекта).

Для получения задания по безопасности и охране труда или для согласования (подписи) полученного от руководителя проекта задания кафедра охраны труда или жизнеобеспечения обязана обеспечить явку студента-дипломника к консультанту-преподавателю не позже чем через неделю после получения им темы дипломного проекта

Студент-дипломник получает задание по разделу «Охрана труда» от консультанта-преподавателя кафедры «Охрана труда». Консультант преподаватель, выдаёт студенту задание на разработку конкретных вопросов по технике безопасности, производственной санитарии, пожаровзрывобезопасности и гигиене труда. Одновременно с выдачей задания студенту-дипломнику рекомендуется список учебно-методической и нормативно-справочной литературы, задание подтверждается подписью преподавателя с указанием даты выдачи.

**Раздел «Охрана труда», выполняемый в соответствии с заданием, оформляется отдельной главой пояснительной записки или работы и размещается перед разделом, посвященным экономическому обоснованию эффективности проектируемого объекта.**

Объем раздела (главы) расчетно-пояснительной записки раздела «Охраны труда» должен составлять 12-15 страниц рукописного текста без учёта графической части.

Раздел должен содержать конкретные сведения по решению вопросов охраны труда, поставленных в задании, иметь ссылки на литературные источники, нормативно-техническую документацию (СТБ, НПБ, СНБ, ТКБ и т.д.), на чертежи, графики и страницы разделов пояснительной записки, в которых были приведены решения поставленных вопросов охраны труда. Изложение материала должно быть технически грамотным, конкретным, содержательным, отвечающим поставленной теме [3].

Вопросы дипломного задания в работе излагаются в форме научно-технического описания процессов, операций или устройств с точки зрения безопасности и безвредности труда, с необходимыми расчетами и чертежами, а не в форме инструкций и правил по технике безопасности, промышленной санитарии, пожарной или электробезопасности. Инструктивные указания даются в том случае, если они являются неотъемлемой частью технологического решения вопроса.

В экономических расчетах целесообразно, помимо оценки общей экономической эффективности от внедрения проектируемых устройств, агрегатов, технологических процессов и т.д., делать вывод об экономической эф-

фективности разработанных студентом-дипломником мероприятий по охране труда.

**Расчетно-пояснительную записку по разделу "Охрана труда" недопустимо заполнять общими рассуждениями и переписыванием нормативных положений, правил, инструкции и других подобных материалов.**

В списке использованной литературы, приведенном в конце общей пояснительной записки, должны быть указаны источники, которыми пользовался студент-дипломник при разработке раздела.

В тезисах выступления при защите дипломного проекта студенту необходимо предусмотреть краткое освещение вопросов охраны труда.

После выполнения студентом раздела «Охрана труда» консультант-преподаватель ставит свою подпись на титульном листе пояснительной записки дипломного проекта.

### **3. Организация консультаций для студентов-заочников**

После оформления задания по разделу "Охрана труда" студент-дипломник (заочник) решает поставленные задачи и передает черновик пояснительной записки на рецензию консультанту-преподавателю, который в случае необходимости возвращает студенту материал на доработку. Чистовой вариант раздела оформляется студентом-дипломником только в том случае, если у преподавателя не имеется замечаний, о чем на бланке задания делается соответствующая памятка.

После выполнения студентом раздела «Охрана труда» консультант-преподаватель ставит свою подпись на титульном листе раздела и на титульном листе пояснительной записки дипломного проекта. Без этих подписей дипломный проект к защите не допускается.

Черновик с бланком задания по разделу остается у консультанта-преподавателя кафедры «Охрана труда» [3, 11, 12].

7

### **4. Общие требования к содержанию раздела «Охрана труда»**

Содержание раздела определяется тематикой дипломного проекта. Студент должен хорошо знать специфику производства, санитарные нормы установить причины травматизма, профзаболеваний, источники пожароопасности и других опасных и вредных факторов [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Для обоснования принятых решений в процессе проектирования необходимо рассмотреть проектируемое устройство (машину, прибор, агрегат), технологический процесс, экспериментальную установку, а также рабочее место и производственную среду, исходя из требований охраны труда, с позиций действующих стандартов, норм и правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности.

Это позволяет на этом этапе работы установить присущие данной конструкции или процессу опасные и вредные факторы, на которые следует обратить особое внимание при разработке защитных мер.

Все предлагаемые студентом разработки должны соответствовать требованиям техники безопасности, промсанитарии и пожаровзрывобезопасности.

Примерный план раздела «Охраны труда» в дипломном проекте (дипломной работе) включает 6 подразделов.

1. Характеристика проектируемого объекта, процесса, экспериментальной установки, помещения [4, 8, 16, 25, 38, 40, 88 ] .

2. Анализ вредных и опасных производственных факторов [14,16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 39, 72, 77, 104]

3. Разработка мероприятий по обеспечению безопасных и комфортных условий труда [6, 10, 14, 15, 16, 19].

4. Инженерная разработка защиты от конкретного опасного (вредного) производственного фактора - для дипломных проектов (расчет защитного устройства, наиболее важного для обеспечения безопасных и комфортных условий труда: защитного заземления, зануления, освещения, шума) [71, 79, 106, 107, 110, 113, 114, Приложения 1-11], методы и примеры расчётов вентиляции, освещения, шума, теплового излучения и средств защиты [113].

5. Оценка эффективности мероприятий по охране труда [4 - 6, 14, 16, 24, 25, 35, 38, 40, 45, 62, 106, 107, 113]

6. Пожаровзрывобезопасность [50, 51, 80, 81, 85 ] .

## 5.

## Содержание разде-

### ла «Охрана труда»

**В подразделе 1** раздела излагается краткая техническая характеристика проектируемого устройства (машины, прибора, агрегата), производственного процесса и т.п., с точки зрения безопасности и охраны труда (с указанием рабочего напряжения, частоты и мощности источника питания, применяемые химические вещества и т. д.) [6, 10, 14, 15, 16, 19].

**В подразделе 2** раздела приводятся характеристики и анализ опасных и вредных производственных факторов, которые подразделяется по природе

действия на группы: физические, химические, биологические, психофизиологические [14,16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 39, 72, 77, 104].

Из их многообразия следует рассмотреть наиболее неблагоприятные:

- травмирование движущимися машинами и механизмами [16, 17, 83 ];
- поражения электрическим током [29, 31 - 33, 37, 54, 60 – 63, 79, 95, 97, 99, 101];
- травмирование острыми кромками заготовок, заусенцами и шероховатостями на их поверхностях, инструментами и оборудованием [ 24, 25, 27, 102, 110];
- ушибы и травмы, связанной с расположением рабочего места на высоте относительно поверхности земли (пола) [31, 38, 40, 52, 114 ];
- эксплуатация сосудов, работающих под повышенным давлением [109];
- травмирование нагретыми частями машин, материалов и изделий до температур, вызывающих ожоги [35, 41, 46];
- § травмирование низкотемпературными растворами [38, 40, 41, 43];
- негативное влияние микроклимата рабочей зоны (температура, влажность, подвижность воздуха в рабочей зоне) [30, 34, 36, 71, 75, 86, 89, 112];
- негативное влияние повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны [18, 22, 24];
- вредность и токсичность материалов и веществ [13, 21, 43, 45, 92];
- недостаточная освещенность рабочей зоны [49, 68, 84, 107];
- повышенный уровень инфразвуковых и ультразвуковых колебаний [48, 73, 94, 108];
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте [40, 47, 65, 74, 78, 91];
- наличие в воздухе рабочей зоны статического электричества [32, 70, 82, 96, 97, 105];
- электромагнитные поля различного частотного диапазона (постоянных, промышленной частоты, радиочастот [56, 57, 58, 76, 82,108]);
- ионизирующие излучения [56, 57, 106, 107, 113];
- инфракрасная и ультрафиолетовая радиация [56 – 59, 73,93, 113];
- физические перегрузки [69, 107];
- нервно-психические перегрузки (психическое напряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов [56, 57, 59, 93,107, 113];

Основные стандарты по видам опасных и вредных производственных факторов даны в конце списка литературы [72 - 104].

Каждая опасность и вредность должны быть проанализированы в соответствии с условиями, которые имеют или будут иметь место при проектировании, изготовлении, испытании и эксплуатации машин и механизмов, экспериментальной установки, автоматизированных систем управления технологическим процессом и т.д. При этом необходимо руководствоваться действующими стандартами, нормами и правилами с обязательным указанием рекомендуемых и допустимых значений (ПДК, ПДУ) по каждому воздействию фактору в сравнении с существующими параметрами объекта или производственной среды на рабочем месте. Выявить и дать оценку каждому опасному и вредному фактору, который выходит за рамки предельно допустимых уровней (ПДУ) или предельно допустимых концентраций (ПДК), могущих иметь место при проектировании, изготовлении, испытании и эксплуатации объекта или проявятся в процессе исследований.

· В каждом случае следует сопоставить уровень возможных и действующих опасных и вредных факторов до и после выполнения мероприятий по улучшению условий труда или применения выбранных средств защиты с учётом требований ССБТ, санитарных правил, гигиенических требований, отраслевых нормативов и других документов, содержащих государственные требования к охране труда. Это позволит студенту-дипломнику сделать выводы по эффективности мероприятий по улучшению условий труда.

**В подразделе 3** из общего анализа следует выделить и описать меры защиты от каждого конкретного вредного и опасного производственного фактора, превышающего по своему уровню ПДК или ПДУ, с учётом безопасности и промсанитарии. Меры защиты могут быть организационного характера, санитарно-гигиенические, технические или средства индивидуальной защиты [14,16, 18, 19],

**В подразделе 4** дипломник должен представить инженерную разработку по одному из объектов защиты, показатели которого выходя за рамки ПДУ (ПДК), определяемую консультантом по охране труда в порядке индивидуального задания, например, расчет защитного заземления либо молниезащиты, расчет защитного экрана (от теплового излучения, от ионизирующих излучений, от электромагнитных полей), расчет местной или общей вентиляции и т.д. [71, 79, 106, 107, 110, 113, 114].

В случае теоретического характера дипломной работы и представления магистерской диссертации можно рассчитать освещенность на рабочем месте, сделать эргономико-психологический анализ условий труда оператора

ЭВМ, определить экономический эффект мероприятий по безопасности труда и т.д.

Если в дипломном проекте разрабатывается новый технологический процесс либо предлагается новое устройство, то в качестве специального вопроса может быть представлена составленная дипломником инструкция по безопасности ведения этого процесса или эксплуатации устройства.

**В подразделе 5** студент-дипломник должен дать общую оценку технической эффективности мероприятий по улучшению условий труда [71, 79, 106, 107, 110, 113, 114].

**Эффективность мероприятий по улучшению условий труда может быть оценена следующим образом.**

При анализе опасных и вредных факторов производственной среды установлено, что один или несколько опасных и вредных факторов превышают ПДК (ПДУ).

При одном опасном и вредном факторе, превышающем ПДК (ПДУ), оценка эффективности внедрения мероприятий оценивается отношением фактически измеренного показателя фактора после внедрения мероприятий к значению показателя ПДУ (ПДК). Условию эффективности будет соответствие равенству

$$R_{\phi} / ПДУ_{\phi} \leq 1$$

где  $R_{\phi}$  – фактические значения показателей опасного (вредного) фактора после внедрения мероприятия (мероприятий).

Если показатель эффективности больше 1, то следует признать наличие остаточной вредности, которая свидетельствует либо о недостаточной эффективности мероприятий (в случае их правильного выбора), или о невозможности доведения этого показателя до уровня ПДК и ниже в настоящий момент, в связи с недостаточным техническим уровнем. В этом случае студенту-дипломнику необходимо предложить выбор средств индивидуальной защиты для защиты работающих от действия данного опасного или вредного фактора.

В случае нескольких опасных и вредных факторов для оценки эффективности мероприятий по улучшению условий труда используется комплексный показатель, в котором выражение  $R_{\phi} / ПДУ_{\phi} \leq 1$  является частным случаем и необходимым условием существования комплексного показателя, т.е. сумма частных отношений по отдельным вредным (опасным) факторам должна быть равна или меньше единицы

$$\left( \sum_{i=1}^n \frac{R\phi_i}{\Pi ДУ\phi_i} \right) / n \leq 1,$$

где  $R\phi_i$  –  $i$ -й вредный (опасный) фактор;

$n$  – общее количество факторов.

В этом случае эффективность проведенных мероприятий может считаться эффективной, в противном случае необходимо продолжать проведение мероприятий до получения указанного результата.

**В подразделе 6** в конце раздела необходимо дать характеристику проектируемого объекта, процесса, помещения, в котором находится экспериментальная установка, оборудование или ЭВМ, с точки зрения пожаро- и взрывоопасности [50, 51, 80, 81, 8];

Описать меры пожарной безопасности: систем пожаротушения, пожарной сигнализации, систем противопожарного водоснабжения и обоснование выбора мероприятий по созданию безопасных условий труда

В этом подразделе необходимо рассмотреть профилактические мероприятия при проектировании и эксплуатации рассматриваемого производственного оборудования, технологического процесса, отразить вопросы предупреждения пожаров на промышленных объектах.

Для этого необходимо:

а) указать категорию производства по взрывной и пожарной безопасности ;

б) определить степень огнестойкости производственных и бытовых зданий и сооружений;

в) определить и разработать мероприятия по пожарной защите;

г) обосновать выбор и определить количество первичных средств пожаротушения;

д) провести расчёт времени эвакуации;

е) предусмотреть соответствующую требованиям сигнализацию, автоматические средства пожаротушения.

Разработка раздела «Охрана труда» не исключает наличия в других разделах пояснительной записки диплома рассмотрения дипломантом вопросов охраны труда и безопасности в рамках темы дипломного проекта. Например: при приведении характеристики исследуемого технологического процесса, установить опасные и вредные факторы производственной среды,

возникающие при выполнении различных технологических операций, указать опасные зоны, разработать противопожарные мероприятия.

На чертежах дипломного проекта студент обязан указать элементы конструкции или схемы, относящиеся к вопросам промышленной санитарии, техники безопасности, пожаро-взрывобезопасности.

Разработанные меры защиты позволяют наилучшим образом раскрыться творческим возможностям выпускников вуза, определить уровень научной и инженерной подготовки по вопросам безопасности и охраны труда. В случаях, когда нет возможности представить свое решение, допускается использование решений, заимствованных из передового опыта на основании личных наблюдений при прохождении преддипломной практики либо по опубликованным в литературе материалам. Литературные источники, использованные при выполнении раздела "Охрана труда" приводятся в общем списке литературы, а в тексте раздела даются ссылки на них.

**В дипломах бакалавров в разделе «Охрана труда»** должны освещаться вопросы по первым четырём подразделам, приведенные в разделе 3 данных «Методических указаний». В завершении раздела должна быть дана оценка технической эффективности мероприятий, расчёт которой приведен в подразделе 5.

**В дипломных проектах специалистов и магистров в разделе «Охрана труда»** должны освещаться вопросы по всем шести подразделам, приведенным в разделе 3 данных «Методических указаний».

## **6. Раздел «Охрана труда» в дипломных работах для технических специальностей. Особенности содержания.**

В разделе «Охрана труда» при указанной выше структуре дипломного проекта необходимо рассматривать основные вопросы охраны труда касающиеся не только объекта проектирования, но и его подсистем. Желательно сосредоточить внимание не только на опасных и вредных факторах, но на их нормировании, на правильном выборе способов защиты от их вредного воздействия [53, 55, 64, 66, 67, 113].

В проектах, в которых основной целью является создание программных средств, влекущих за собой изменение технологии, использование другого оборудования, изменения в машинах и механизмах, студент должен проанализировать эти изменения и обеспечить выполнение действующих требований безопасности и экологичности объекта. Если программные средства направлены на совершенствование систем учета управления производством и

т. д., то в разделе должны быть отражены вопросы безопасности рабочего места инженера-системотехника.

При проектировании устройств, в которых предусмотрено использование электрической энергии, необходимо учитывать, что общее число травм, вызванных электрическим током с потерей трудоспособности, невелико, и составляет примерно 0,5–1 % (в энергетике – 3–3,5 %) от общей численности несчастных случаев на производстве. Однако со смертельным исходом такие случаи на производстве составляют 30–40 %, а в энергетике – до 60 %. Согласно статистике, 75–80 % смертельных поражений электрическим током происходит в установках до 1000 В. При анализе опасных и вредных факторов в этом случае следует учитывать, что электрооборудование и электроприводы могут быть источниками шума, электрических, электромагнитных и электростатических полей, вибраций, взрывной и пожарной опасностей. на производстве часто причинами аварий является действие атмосферного электричества, что также требует разработки мер защиты. Основными нормативными документами по защите от поражения электрическим током являются Правила устройства электроустановок, ГОСТ-12.1.009-76, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.4.011-89.

При выборе типа исполнения и размещения электродвигателей, пусковой и другой электроаппаратуры, силовой и осветительной сетей, светильников искусственного освещения следует учитывать класс помещений по взрыво-, пожароопасности, группу и категорию взрывоопасной среды, а также характеристику помещений по влажности и условиям коррозии в них. Распределительные устройства и коммутационная электроаппаратура устанавливаются в помещениях без повышенной опасности, изолированных от взрывоопасных производственных помещений и помещений с агрессивной средой. При выборе средств защиты от поражения электрическим током (защитное заземление, зануление, защитное отключение) необходимо обосновать их целесообразность. При этом в разделе рассматриваются не только вопросы электробезопасности. По согласованию с консультантом рассматриваются также и другие вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда, пожарной безопасности, требований промсанитарии, экологической безопасности.

## **7. Раздел «Охрана труда» в научно исследовательских дипломных проектах. Особенности содержания.**

Для дипломных проектов, в которых преобладают экспериментальные

исследования, раздел «Охрана труда» должен быть посвящен безопасности и экологичности экспериментальной установки [53, 55, 64, 66, 67,113].

При проведении экспериментальных исследований необходимо выявить недостатки исследуемого объекта с точки зрения безопасности и экологичности и предложить меры по их устранению. Например, в результате экспериментальных исследований установлено, что исследуемый объект по технико-экономическим показателям значительно превосходит существующие отечественные и зарубежные аналоги, но по шумности не соответствует требованиям ГОСТ 12.1.003-83 этот объект не может быть рекомендован в производство. Проектант должен обеспечить снижение шума до допустимых пределов.

В расчетно-теоретических дипломных проектах проведенные расчеты, разработанные математические модели и рекомендуемые соответствующие изменения в объектах (машинах, механизмах, техпроцессах и т. д.) должны улучшать их безопасность и экологичность. При проведении расчетов проектант должен анализировать изменение показателей, влияющих на безопасность, охрану труда и экологичность объекта.

## **8. Примеры выполнения раздела «Охрана труда»**

### **8.1. В дипломном проекте бакалавра**

В качестве примера выполнения раздела «Охрана труда» в дипломном проекте бакалавра рассмотрим работу оператора при работе на ПК.

## **ОХРАНА ТРУДА**

### **1. Характеристика объекта**

Работа сотрудников управления осуществляется в помещении оборудованном компьютерами, мониторами, лазерными принтерами.

Размеры помещения: длина – 10 м, ширина – 8 м, высота – 5 м. Пол в помещении – паркет, стены и потолок – обычная штукатурка. В помещении работают 4 программиста. Согласно требованиям СН 245–71 и НПАОП 0.00-1.31-99 на одно рабочее место с ПЭВМ должно приходиться не менее 6 м<sup>2</sup>, а необходимая площадь помещения составляет 80 м<sup>2</sup>, следовательно, в нем можно разместить 12 рабочих мест. Согласно требованиям (СН 245–71 и НПАОП 0.00-1.31-99) на одно рабочее место требуется – не менее 20 м<sup>3</sup> объема помещения. Объем помещения составляет 400 м<sup>3</sup>, необходимый объем помещения для четырех программистов – 80 м<sup>3</sup>. Таким образом помещение по объёму и по площади значительно превосходит требования, предъявляемые СН 245–71 и НПАОП 0.00-1.31-99.

Санитарно-гигиенические условия труда характеризуются следующими показателями:

- уровень шума – 60 дБ;
- освещенность рабочего места – 300 лк;
- температура воздуха рабочей зоны – 20°С;
- относительная влажность – 55 %.

Работа относится к малой точности зрительных работ.

Следует отметить, что в соответствии с ДСН 3.36.042-99 (Приложение 1) оптимальными параметрами микроклимата воздуха рабочей зоны при выполнении работы относящейся к «малой точности зрительских работ» (категория работы Па) являются:

- в холодный период года: температура воздуха – 18 – 20С<sup>0</sup>; относительная влажность – 40 - 60%; скорость движения воздуха -  $\leq 0,2$  м/с;
- в тёплый период года: температура воздуха – 21 – 23С<sup>0</sup>; относительная влажность – 40 - 60%; скорость движения воздуха -  $\leq 0,3$  м/с;
- освещенность рабочего места (ДБН В2.5-28-2006) при комбинированном освещении – 300лк (при общем освещении – 200лк);
- уровень шума (ГОСТ12.1.003-89, ДСН 3.3.6.037-99) – 60дБ.

## **2. Анализ опасных и вредных факторов**

На пользователя ЭВМ воздействуют 4 группы факторов трудовой среды: физические, эргономические, информационные и социально-психологические.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» опасные и вредные производственные факторы делятся на физические, химические, биологические и психофизиологические факторы.

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого на работающего может привести к травме. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого на работающего может привести к профессиональному заболеванию.

Пользователи ПЭВМ в основном подвергаются воздействию физических и психофизиологических производственных факторов [ ].

При работе с компьютером на человека могут воздействовать следующие опасные производственные факторы:

- поражение электрическим током;
- возникновение пожара;
- возможность механического травмирования;
- ожоги в результате случайного контакта с горячими поверхностями внутри лазерного принтера.

К вредным физическим производственным факторам относятся:

- повышенный уровень электромагнитного излучения;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны;
- повышенное содержание положительных и отрицательных ионов в воздухе рабочей зоны;
- пониженная или повышенная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;
- нерациональная организация освещения рабочего места.

К психофизиологическим производственным факторам относятся:

- напряжение зрения;
- напряжение внимания;
- интеллектуальные и эмоциональные нагрузки;
- длительные статические нагрузки;
- монотонность труда;
- большие информационные нагрузки;
- нерациональная организация рабочего места (эргономические факторы).

Вероятность воздействия химических и биологических факторов незначительная. Более важными факторами являются электромагнитные поля в диапазоне от 3 Гц до 300 МГц, электростатические поля, напряжение зрения, и другие нагрузки.

ПЭВМ является источником нескольких видов электромагнитных полей и излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного, видимого, низкочастотного, сверхнизкочастотного и высокочастотного. Электромагнитные поля (ЭМП) негативно влияют на центральную нервную систему, вызывая головные боли, головокружения, тошноту, депрессию, бессонницу, отсутствие аппетита, возникновение синдрома стресса. Низкочастотное ЭМП может явиться причиной кожных заболеваний (угревая сыпь, экзема, розовый лишай и др.), болезней сердечнососудистой системы и желудочно-кишечного тракта; оно воздействует на белые кровяные тельца, что приводит к возникновению опухолей, в том числе и злокачественных.

Основным источником электростатического поля (ЭСП) является положительный потенциал, подаваемый на внутреннюю поверхность экрана для ускорения электронного луча. ЭСП образуется за счет разности потенциалов экрана монитора и человека. На его величину оказывают существенное влияние потенциалы окружающих предметов и влажность воздуха (при

влажности выше 50% ЭСП практически отсутствует). Напряженность поля может колебаться от 8 до 75 кВ/м. Заметный вклад в общее ЭСП вносят электризующиеся от трения поверхности клавиатуры и мыши. Электростатическое поле большой напряженности способно изменять и прерывать клеточное развитие, а также вызывать катаракту с последующим помутнением хрусталика.

Работа на ПЭВМ предполагает визуальное восприятие отображенной на экране монитора информации, поэтому значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат. Симптомы нарушения зрения можно условно разделить на две группы:

- глазные симптомы (боль, раздражение, жжение, краснота, зуд);
- зрительные симптомы (пелена перед глазами, двоение или мелькание).

По данным ВОЗ глазные и зрительные нарушения наблюдаются у 40–92 % пользователей ПЭВМ время от времени, а у 10–40 % – ежедневно [5].

Можно выделить следующие основные нарушения здоровья пользователей ПЭВМ:

- зрительный дискомфорт и болезни органов зрения;
- перенапряжение опорно-двигательной системы;
- расстройства ЦНС и болезни сердечнососудистой системы;
- заболевания кожи;
- нарушение репродуктивной функции.

Кроме того, выявлено негативное влияние на другие системы организма – снижение иммунитета, атеросклероз, аритмия, гипертония, инфаркт миокарда, болезни органов пищеварения, застойные процессы в области малого таза и др.

Нарушения здоровья и заболевания пользователей ПЭВМ являются, как правило, результатом воздействия не какого-либо отдельного фактора, а всего комплекса. Так, поражения кожи многие авторы связывают с наличием электростатического поля и воздействием психоэмоционального стресса, гинекологические нарушения – с комплексным влиянием электромагнитных полей, стресса, застойных явлений и других компонентов трудовой среды.

### **3. Меры защиты от опасных и вредных факторов**

**Санитарно-гигиенические условия труда** в основном соответствуют требованиям. Вызывает беспокойство показатель шума (65дБ) в помещении аппарата управления, так как он несколько превышает ПДУ (60дБА). Это вызывает необходимость проведения мероприятий на основании расчётов шумопоглощения.

**Уровень шума** на рабочих местах в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.003-89, НПАОП 0.00-1.31-99 и ДСанПіН 3.3.2-007-98 не должен превышать:

- для программистов – 50 дБА;
- **помещения управления, рабочие комнаты – 60 дБА;**
- для операторов обработки информации на ПЭВМ и операторов
- компьютерного набора – 65 дБА;
- в помещениях для размещения шумных агрегатов ЭВМ – 75 дБА.

**Освещение помещения** должно соответствовать требованиям СНиП П-4-79 и НПАОП 0.00-1.31-99.

С учетом специфики зрительной работы с ПЭВМ наиболее пригодными в нашем случае являются помещения с односторонним расположением окон, площадь застекления не должна превышать 25-50% с ориентацией окон на север или северо-восток для устранения ослепляющего действие солнечных лучей. Необходимо оборудовать окна регулирующими устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки). Коэффициент естественной освещенности должен быть не менее 1,5%. Методика расчета системы естественного освещения приведена в справочной литературе [18, 27]. Для исключения попадания отраженных отблесков в глаза пользователей поверхности в помещении должны иметь матовую или полуматовую фактуру. Коэффициент отражения может составлять: для потолка – 0,7-0,8; стен – 0,5-0,6; пола – 0,3-0,5; других поверхностей – 0,4-0,5.

При искусственном освещении помещений - общее равномерное с применением люминесцентных ламп, освещенность рабочих поверхностей должна составлять 300 – 500 лк. Общее освещение должно быть выполнено в виде сплошных или прерывистых линий светильников, размещаемых сбоку от рабочих мест (преимущественно слева). Допускается применение светильников прямого света, преимущественно прямого света и преимущественно отраженного света. Необходимо применять светильники с рассеивателями и зеркальными экранными сетками или отражателями, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. В качестве источника света предпочтительнее применять люминесцентные лампы типа ЛБ. Коэффициент запаса для осветительной установки следует принимать равным 1,4. Применение местного освещения разрешается только при работе с двумя носителями (бумажным и электронным, при этом преобладает работа с документами) или в случае невозможности обеспечения системой общего освещения требуемого уровня освещенности. Светильники местного освещения (допускается применение ламп накаливания) должны иметь по-

лупрозрачный отражатель с защитным углом не менее 40°. Расчет освещения в этом случае проводят точечным методом.

Уровень освещения рабочих мест (300лк) соответствует требованиям нормативных документов.

**Уровни вибрации** в помещении не должны превышать требований ГОСТ 12.1.012-90. Для снижения вибрации оборудование необходимо устанавливать на специальные амортизационные прокладки.

Параметры электромагнитного и электростатического полей на рабочих местах должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.006-84, 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.045-84, НПАОП 0.00-1.31-99 и ДСанПиН 3.3.2-007-98.

Вибрация в помещении отсутствует.

**Для профилактики неблагоприятного влияния электромагнитного поля необходимо:**

- использовать мониторы, соответствующие современным требованиям по защите от излучений (MPR II, TCO 99, TCO 03);

- устанавливать на монитор старой конструкции (выпуск до 1995 года) заземленный приэкранный фильтр;

- соблюдать требования по площади помещения, приходящейся на одно рабочее место с ПЭВМ;

- не концентрировать на рабочем месте большого количества радиоэлектронных устройств;

- выключать мониторы, на которых временно не работают, но находятся рядом с ними.

Допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей в зависимости от частоты излучения:

- электрическая составляющая: 0,06 – 3,0 МГц – ПДУ 50,0 В/м; 3,0 -30,0 МГц – ПДУ 20,0В/м; 30,0 – 50,0 МГц – ПДУ 10,0 В/м; 50,0 – 300,0 МГц – ПДУ 5,0 В/м;

- магнитная составляющая: 0,06 – 1,5 МГц – ПДУ 5,0 А/м; 30,0 – 50,0 МГц – ПДУ 0,3 А/м.

**В работе используются плазменные дисплеи, в связи с чем неблагоприятное влияние электромагнитного поля не превышает допустимых норм.**

**В помещении с ПК необходимо каждый день проводится влажная уборка** для недопущения запыленности воздуха, пола, рабочей поверхности стола и техники.

Помещения с ВДТ и ПЭВМ оборудованы системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией, а так же обеспылевателями, устройствами, снижающими содержание в воз-

духе патогенной (болезнетворной) микрофлоры (стафилококк, вирусы) и обеспечивающими нормальный аэроионный режим. Расчет воздухообмена проводится по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения.

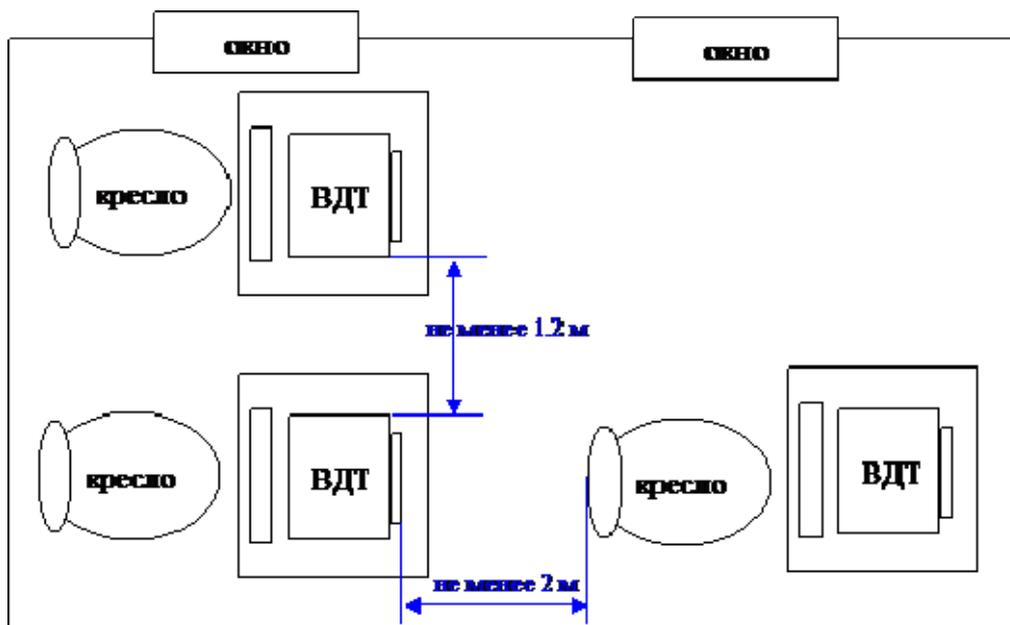
**С целью устранения** образующихся в помещении положительно заряженных ионов **специальные устройства - аэроионизаторы** - нормализуют аэроионный режим, увеличивая концентрацию легких отрицательно заряженных ионов (воздух становится живительным, как в горах или на море). Положительно заряженные очень вредны для здоровья, вызывают быстрое утомление, головную боль, учащение пульса и дыхания (из-за недостаточного поступления кислорода в кровь).

В больших помещениях используют аэроионизаторы типа люстры Чижевского, в небольшой комнате (15-20 м<sup>2</sup>) достаточно установить переносной аэроионизатор (некоторые модифицированные аппараты позволяют и очищать, и ионизировать воздух).

Для окраски стен и панелей использованы светлые тона красок, исключая возникновение известковой пыли.

Схемы размещения рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ учитывают расстояния между рабочими столами с видеомониторами в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора – не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Недопустимо устраивать рабочие места близко друг к другу. Так как основное излучение от монитора направлено назад и в стороны, то оптимальным расположением компьютеров в помещении будет расположение по периметру. Между стеной и компьютерами оставлен технический проход.

Электроснабжение помещения выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 28139-89 и ПУЭ. Подводка электрического напряжения к столам стационарная и скрытая.



Для сведения к минимуму потенциальной опасности электротравмирования выполняются требования, установленные ПТЭ-06 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и ПТБ -04 «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также «Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)». Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером установлены:

- дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения;
- используется разделительный трансформатор для развязки с основной сетью и защитное заземление или зануления (защитное отключения) электрооборудования.

Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

**Подключения блока питания компьютера или иного устройства к сети осуществляется через сетевой фильтр [26], назначением которого является:**

- шунтировать на землю высокочастотные составляющие помех питающей сети с помощью подключенных к фазе и к нулю конденсаторов.

Для этого используются трехполюсная вилка и розетка. "Земляной" провод следует соединить с контуром заземления, допустимо также соединить его и с нулем силовой сети («Однофазная электрическая сеть с заземлённым проводом»).

Это исключает возникновение разности потенциалов между устройствами ВДТ и ПЭВМ, интерфейсных схемах: при незаземленных устройствах -

разности потенциалов в связи с разбросом емкостей конденсаторов в разных фильтрах; при незаземленных устройствах, подключенных к разным фазам, - разности потенциалов порядка 190 В, что чревато серьезными последствиями для человека.

**При надежно заземленных (зануленных) устройствах через отдельный провод на общий контур проблема разницы потенциалов не возникает.**

Не допускается соединение заземленного устройства с незаземленным, особенно при наличии у последнего мощного блока питания. Для защиты компьютеров от некачественного электропитания (повышенного или пониженного напряжения, провалов и бросков напряжения, отклонения частоты и формы кривой напряжения), являющегося основной причиной сбоев электроники во время работы (зависания, ошибки при записи или чтении диска и т. п.), в настоящее время применяют бесперебойные источники питания (БИП). Их основное назначение - обеспечение нагрузки электроэнергией при аварии в основной сети. При использовании БИП необходимо, чтобы защитный контур (земля) и нейтральный провод прокладывались отдельно. Некачественное заземление снижает защиту от электромагнитных помех, наводимых источником на оборудование (монитор).

Не рекомендуется включать в БИП лазерные принтеры, так как во время разогрева принтера потребляемый ток значительно превышает номинальное значение, что может привести к выходу БИПа из строя. Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током.

Подключать ПК и другую технику к электросети необходимо только через заземленную розетку, расположенную в доступном месте. При отсутствии заземления следует подключать оборудование через специальное согласующее устройство - нейтрализатор электрического поля (НЭП).

Необходимо использовать стабилизированное электропитание ПК и питающие электрические кабели с сечением, соответствующим передаваемой мощности.

Для обеспечения пожарной безопасности помещения ПК и ВДТ должны быть укомплектованы 2-мя углекислотными огнетушителями (типа ОУ-2).

Следует учесть, что специфика использования ПЭВМ состоит в том, что в процессе диалога человека и машины пользователь воспринимает интеллектуальную машину как равноправного собеседника, поэтому возникает много совершенно новых психологических и психофизиологических

проблем, суть которых нужно учитывать в при проектировании трудового процесса.

**Другой особенностью является значительные нагрузки:** информационная и на центральную нервную и зрительную системы, которые вызывают повышение нервно-эмоционального напряжения, и, как следствие, негативно влияют на сердечнососудистую систему.

Важной стороной функционирования организма пользователя является влияние на него комплекса факторов трудовой среды, включающих действие электромагнитных волн разных частотных диапазонов, статического электричества, шума, микроклиматических факторов и др. Воздействие этого специфического комплекса может оказать на здоровье человека отрицательное влияние. При работах с использованием компьютеров возникает целый ряд эргономических проблем, решение которых может значительно снизить нагрузку. В этом случае имеются в виду только вопросы конструирования рабочего места пользователя и не охватываются вопросы формирования рационально построенных символов на экране и других, изменение которых возможно только при конструировании новой техники. Работа пользователя ЭВМ чаще всего проходит при активном взаимодействии с другими людьми. Поэтому возникают вопросы межличностных взаимоотношений, включающие как психологические, так и социально-психологические аспекты.

#### **4. Расчёт шумопоглощения**

Для достижения безопасного уровня применяют рациональное размещение рабочих мест в помещении и акустическую обработку помещения. В качестве средств шумопоглощения должны применяться не горючие или трудно горючие специальные перфорированные плиты, панели с максимальным коэффициентом звукопоглощения в пределах частот 31,5 – 8000 Гц. Кроме того, необходимо применять подвесные потолки с аналогичными свойствами.

В связи с этим принимаем решение – использовать для снижения уровня шума акустическую обработку стен и потолка звукопоглощающим материалом (коэффициент поглощения 0,9).

Снижение уровня шума за счет акустической обработки помещения  $\Delta L$  определяется по следующей формуле [111]:

$$\Delta L = 10 \lg (A_2/A_1), \quad (1)$$

где  $A_1$ ,  $A_2$  – звукопоглощение помещения до и после акустической обработки, единиц поглощения.

Звукопоглощение помещения определяется по формуле

$$A = S \alpha, \quad (2)$$

где  $S$  – площадь поверхности,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha$  - коэффициент поглощения материала поверхности, единицы поглощения материалов стен (0,03), потолка (0,03) и пола (0,06).

Определяем по формуле (2) звукопоглощение помещения до проведения обработки:

$$A_1 = 2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 0,03 + 2 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 0,03 + 10 \cdot 8 \cdot 0,03 + 10 \cdot 8 \cdot 0,06 = 12,6 \text{ ед. погл.}$$

Определяем по формуле (2) звукопоглощение помещения после акустической обработки:

$$A_2 = 2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 0,9 + 2 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 0,9 + 10 \cdot 8 \cdot 0,9 + 10 \cdot 8 \cdot 0,06 = 238,8 \text{ ед. погл.}$$

Снижение уровня шума по формуле (1) составляет:

$$L = 10 \lg (238,8/12,6) = 12,8 \text{ дБ.}$$

Уровень шума после обработки помещения ( $65 - 12,8 = 52,2$  дБА) отвечает нормативным требованиям к помещению с ПЭВМ (приложение 2, табл. 1)

## 5. Эффективность мероприятий по улучшению условий труда

При анализе опасных и вредных факторов производственной среды установлено, что один опасный и вредный фактор превышают ПДК (ПДУ).

При одном опасном и вредном факторе, превышающем ПДК (ПДУ), эффективность внедрения мероприятий ( $\mathcal{E}_{\text{мер}}$ ) оценивается отношением фактически измеренного показателя фактора после внедрения мероприятий ( $R_{\text{мер}}$ ) к значению показателя ПДУ (ПДК). Условию эффективности будет соответствие выражению

$$\mathcal{E}_{\text{мер}} = R_{\text{мер}}/\text{ПДУ} \leq 1$$

где  $R_{\text{ф}}$  – фактические значения показателей опасного (вредного) фактора после внедрения мероприятия (мероприятий).

Если показатель эффективности больше 1, то следует признать наличие остаточной вредности, которая свидетельствует либо о недостаточной эффективности мероприятий (в случае их правильного выбора), или о невозможности доведения этого показателя до уровня ПДК и ниже в настоящий момент, в связи с недостаточным техническим уровнем. В этом случае студенту-дипломнику необходимо предложить выбор средств индивидуальной защиты для защиты работающих от действия данного опасного или вредного фактора.

Таким образом, эффективность мероприятий по улучшению охраны труда по фактору шума в нашем случае составит

$$\mathcal{E}_{\text{мер}} = 52,2 / 60 = 0,87 \leq 1.$$

**Вывод. Мероприятия проведены успешно. Достигнуто снижение интенсивности действия фактора шума ниже уровня ПДУ на 13%. До**

проведения мероприятий уровень шума превышал ПДУ на  $\Delta_{\text{ф}} = (65/60 - 1) * 100 = 8,3\%$ . Общий эффект от действия мероприятий составляет: снижение уровня шума

$$\Delta_{\text{общ}} = \Delta_{\text{ф}} + \Delta_{\text{мер}} = 8,3 + (1 - 0,87) * 100\% = 21,3\%.$$

## 8.2. В дипломном проекте магистра и специалиста

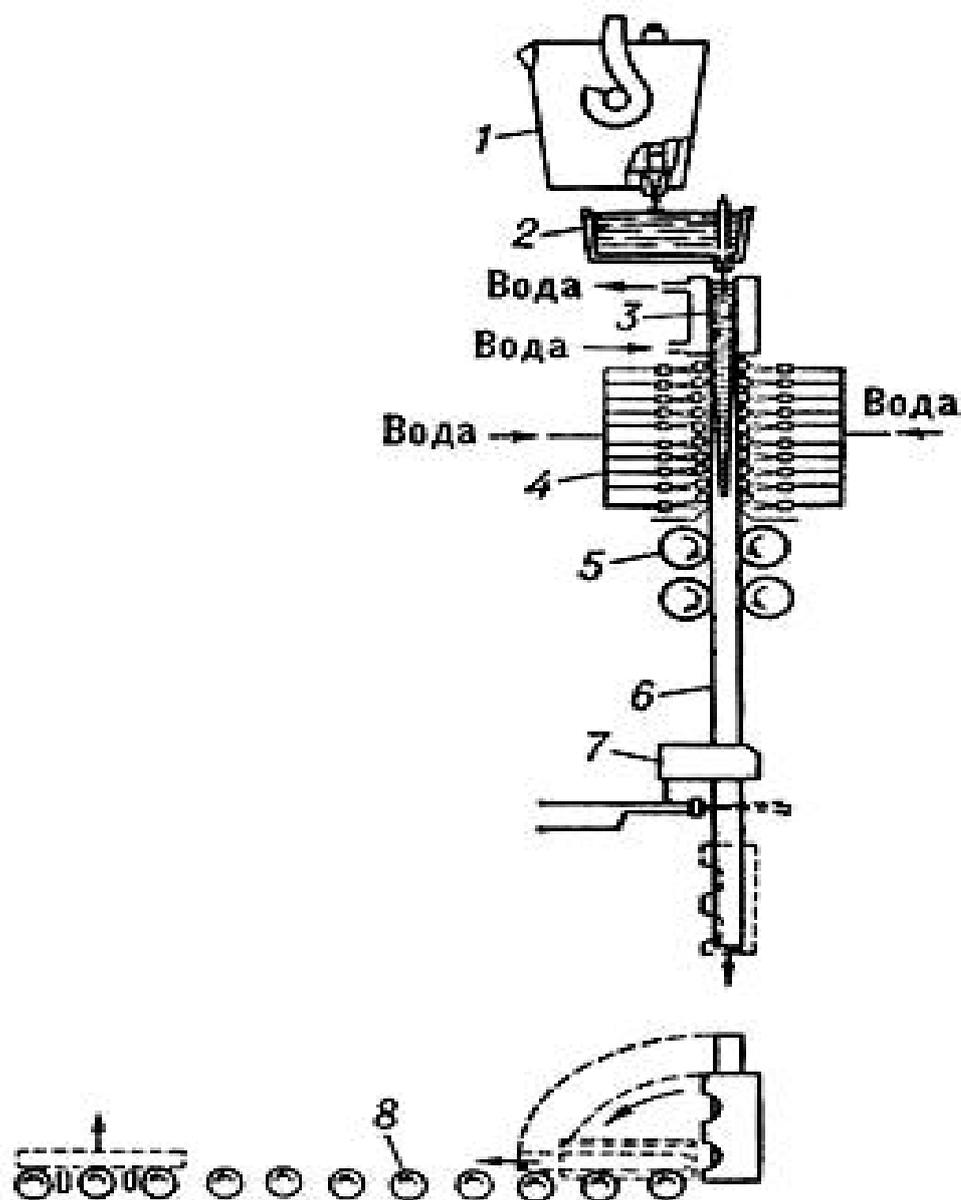
В качестве примера выполнения раздела «Охрана труда» в дипломном проекте рассмотрим работу УНРС

### ОХРАНА ТРУДА

#### 1. Характеристика объекта

**Непрерывная разливка стали**, процесс получения из жидкой стали слитков-заготовок (для прокатки,ковки или прессования), формируемых непрерывно по мере поступления жидкого металла с одной стороны изложницы-кристаллизатора и удаления частично затвердевшей заготовки с противоположной стороны.

При непрерывной разливке металла жидкий металл поступает в сквозную изложницу-кристаллизатор (рис. 1). Стенки кристаллизатора (изготавливаемого обычно из меди) интенсивно охлаждаются водой, циркулирующей по имеющимся в них каналам. В начале процесса в кристаллизатор вводится временное дно — так называемая затравка. Металл затвердевает у стенок кристаллизатора и у затравки, и оболочка заготовки начинает извлекаться из кристаллизатора с заданной скоростью. Сверху в кристаллизатор непрерывно подаётся жидкий металл в таком количестве, чтобы его уровень был постоянным в процессе всей разливки. Для уменьшения усилий вытягивания кристаллизатору сообщается возвратно-поступательное движение по продольной оси, а на его стенки ~~Подается смазка~~ жидкого металла предохраняется от окисления слоем синтетического шлака или защитной атмосферой из инертного газа. Выходящая из кристаллизатора заготовка с жидкой сердцевиной попадает в зону вторичного охлаждения, где на её поверхность подаётся из форсунок распылённая вода.



**Рис. 1. Принципиальная схема УНРС**

1 — сталеразливочный ковш; 2 — промежуточный ковш (поворотный сталеразливочный стенд, предназначен для снижения и стабилизации напора металла, поступающего в кристаллизатор, и для распределения металла по нескольким кристаллизаторам на многоручьевых установках); 3 — кристаллизатор; 4 — зона вторичного охлаждения с устройствами для направления заготовки и подачи воды; 5 — тянущие валки; 6 — слиток; 7 — устройство для разрезки заготовки (кислородные резак или ножницы); 8 — устройство для выдачи заготовки.

После затвердевания по всему сечению заготовка разрезается на части требуемой длины. Расстояние  $L$  (м) от уровня металла в кристаллизаторе до

места, где заканчивается кристаллизация заготовки толщиной  $a$  (м), отливаемой со скоростью  $v$  (м/мин), равно:  $L = (240—340) a^2 \times v$ . Значение коэффициента пропорциональности зависит от профиля и размера заготовки и от марки разливаемой стали.

## **1. Анализ вредных и опасных факторов**

**Основными вредными факторами в рабочей зоне кислородно-конверторного цеха являются:**

- производственная пыль;
- окислы углерода;
- азота и серы;
- цианиды и фториды;
- тепловые излучения;
- температура окружающей среды;
- шум.

Средние удельные величины выбросов в помещении цеха равны (г/т стали): производственной пыли – до 2600 г/т, оксида углерода – до 540г/т, окислов серы – до 0,6 г/т, окислов азота – до 108 г/т, цианидов до 11.4 г/т и фторидов – 0,25 г/т.

Производственная пыль содержит окислы железа (53 – 80%), марганца – до 11%, кальция – до 6% и магния – до 3%. Это превышает нормы, регламентированные ГОСТ 12.0.005-88, ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»; ДСН 3.3.6.042 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Пыль представляет опасность для работающих, так как по своему фракционному составу содержит около 80% пылинок размером менее 7 мкм.

Интенсивность тепловых излучений на рабочих местах составляет 0,35 – 0,8 кВт/м<sup>2</sup>. Этот показатель превышает норму 140 Вт/м<sup>2</sup> в 2,5 – 5,7 раза (ДСН 3.3.6.042-99«Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Температура воздуха в тёплый период года на рабочих местах достигает 35 – 40<sup>0</sup>С.

В кислородно-конверторных цехах основными источниками являются продувочные фурмы. Звуковая мощность этого оборудования изменяется в пределах 115 – 126дБА. Этот показатель превышает норму 80 дБА в 1,4 – 1,6 раза (ДСН 3.3.6.037-99«Санітарні норми виробничого шуму, ультразвук та інфразвук»). В кислородно-конверторных печах шум фурмы является основной составляющей уровня звуковой мощности печи.

**Основными опасными факторами** согласно ГОСТ12.0.003 -74. ССБТ. «Опасные и вредные и вредные производственные факторы» при непрерывной разливке стали (НРС) являются:

- вращающаяся башня поворотного станда;
- повышенная температура элементов;
- наличие опасного электрического тока;
- возможность образования взрывоопасных газоздушных смесей и их взрыва;
- наличие большого количества масла в узлах трения;
- возможность воспламенения привода;
- движение мостовых кранов.

**Чрезвычайные ситуации (ЧС) при работе УНРС:**

- прогар стенки стальной ванны на стенде и возникновение пожара;
- неисправность шиберного затвора стальной ванны на стенде и возникновение пожара;
- прогар стальной ванны и уход металла через пробку на УНРС с возникновение пожара;
- отключение электрической энергии во время разливки металла на УНРС.

**Таким образом анализом опасных и вредных факторов одностороннего действия установлено превышение ПДУ по двум вредным факторам: шуму и тепловому излучению. По этим факторам необходимо провести расчёты и на их основании предусмотреть мероприятия снижающие их показатели до уровня ПДС и ниже.**

**2. Меры защиты от опасных и вредных факторов и ЧС [104]**

- Конверторные отделения и отделения НРС размещаются в отдельных зданиях для обеспечения естественной вентиляции.
- Конверторные отделения с конвекторами малой ёмкости (до 100 т) или с одним-двумя конверторами большой ёмкости блокируются с отделениями НРС.
- Конверторное и миксерное отделения размещаются в одном здании. Миксерное отделение предпочтительно располагать со стороны заливочного пролёта для сокращения его ширины (при транспортировке ковшей с чугуном в цех по поперечным железнодорожным путям).
- Рабочие площадки следует проектировать блочно-щитовой конструкции. Перекрытие рабочих площадок, расположенных выше основной рабо-

чей площадок конвертерных цехов, следует проектировать в виде металлических решеток.

- На конвертерной и разливочной площадках для отдыха работающих предусматриваются специальные помещения, защищённые от шума и обеспеченные необходимым проветриванием.

- Для защиты персонала используются следующие способы и средства:
  - уменьшение напряженности и плотности энергии электромагнитного потока посредством согласования нагрузок и применения поглотителей мощности;

- экранирование рабочих мест;
- удаление рабочего места от источника электромагнитного поля;
- рациональное размещение оборудования в рабочем помещении;
- установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала;
- применение предупреждающей сигнализации;
- применение средств индивидуальной защиты;
- заземление, зануление нетокопроводящих частей оборудования;
- тщательная уборка цеха от масляных и других загрязнений, представляющих опасность возникновения пожара;
- применение эффективной вентиляции, препятствующей образованию взрывоопасных газоздушных смесей.

**Действие шума на организм человека.** Шум как акустическое явление воздействует не только на органы слуха. Он может вызывать и другие недуги, например, опухоли желудка, кишечника, нарушение кровообращения, сужение сосудов и др. Воздействуя на центральную нервную систему, шум влияет на жизнедеятельность организма: повышается артериальное давление, замедляется психическая реакция и, следовательно, снижается производительность труда, возрастает опасность производственного травматизма. Вредный для здоровья предел уровня громкости составляет 80 дБА (при длительном воздействии), звук громкостью 130 дБА вызывает у человека болевые ощущения, 155 дБА – ожоги, громкость 180 дБА – смертельна [105].

Пределные уровни звукового давления на рабочих местах в промышленных помещениях и на территории предприятий регламентируется ГОСТ 12.1.003-88 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Вредное воздействие на человеческий организм шум оказывает не сразу, а спустя определенное время. В результате длительного воздействия произ-

водственного шума высокого уровня на человека производительность труда в ряде случаев снижается на 60 %, число ошибок в расчетных работах увеличивается более чем на 50 %. Если уровень шума в производственных зонах превышает нормы все работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты и должны быть предприняты меры по ограничению уровня шума.

В литейных цехах много зон повышенного шума: шихтовые отделения при разгрузке, наборе и взвешивании шихты; плавильные отделения, оборудованные электродуговыми печами; формовочные и стержневые отделения при работе встряхивающих машин; отделения обрубки и очистки литья. Уровень шума в последних достигает 120 дБА.

В зависимости от среды, в которой распространяется звук, он условно подразделяется на структурный (распространяется в инженерных конструкциях и сооружениях) и воздушный (излучается непосредственно в воздух). Чтобы уменьшить воздействие шума на работающего, в помещении применяют кабины наблюдения, дистанционно-го управления и специальные боксы, где размещают оборудование. Для отдыха обслуживающего персонала устраивают зоны, в которых потолки и стены покрывают звукопоглощающими материалами. Если установленное в цехе оборудование издает шум, превышающий допустимые нормы, его помещают в отдельных звукопоглощающих боксах или камерах, покрывают звукоизолирующими кожухами или устанавливают акустические экраны.

**Акустические экраны.** Они дают относительно низкое ослабление шума в определенных направлениях и действуют за счет эффекта отражения волн на преградах и рассеянии звука на звукопоглощающих поверхностях со специальным покрытием. Экспериментально установлено, что в особо благоприятных условиях экраны обеспечивают снижение уровня шума на 10...15 дБ.

Акустические экраны целесообразно устанавливать, когда в расчетной точке уровень звукового давления прямого звука от рассматриваемого источника существенно выше, чем от соседних.

Экранирующие устройства должны быть немассивными, непроницаемыми, достаточно прочными и устойчивыми против различных метеорологических воздействий. Их изготавливают из строительных материалов: тонкого листового металла, пиломатериалов, кирпича, асбоцемента. Экраны выполняют в виде: каркасов из металлических профилей, облицованных звукопоглощающими плитами; жалюзи, элементы которых покрыты специальным материалом; акустических занавесов, изготавливаемых из тяжелых звукопроницаемых матов.

**Кабины звукоизолирующие.** Для уменьшения действия шума на оператора УНРС используем мероприятия предусмотренные ГОСТ 12.2.098-84 «Кабины звукоизолирующие. Общие требования».

Избыточное выделение тепла осуществляется основным технологическим оборудованием – плавильными агрегатами и составляет от 14 до 62 % от общего расхода тепла на расплавление металла, так при расплавке металла выделяется около 3000 МДж тепла на тонну металла.

**Действие избыточной теплоты на организм человека.** Интенсивность теплового потока на ряде рабочих мест достигает высоких значений. Известно, что интенсивность теплового потока менее 0,7 кВт/м<sup>2</sup> не вызывает неприятного ощущения, если действует в течение нескольких минут, а свыше 3,5 кВт/м<sup>2</sup> уже через 2 сек вызывает жжение. Кроме того, воздействие теплового потока на организм человека зависит от спектральной характеристики излучения. Наибольшей проникающей способностью в организме обладают инфракрасные лучи с длиной волны до 1,5 мкм (не поглощаются кожным покровом), а на кожу наиболее резко действуют лучи с длиной волны свыше 1,5 до 3 мкм.

Количество теплоты, выделяющейся на различных участках литейных цехов, представлено в таблице 1.12 [2]. Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в производственных помещениях представлены в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату».

**Мероприятия по защите от тепловых излучений.** При разработке мер, направленных на нормализацию тепловых излучений на рабочих местах необходимо:

- привести справочные данные или рассчитать интенсивность теплового потока на рабочих местах, которые расположены близ источников тепловых излучений;
- сравнить полученные результаты с гигиеническими требованиями относительно теплового излучения на рабочих местах;
- разработать мероприятия, направленные на уменьшение интенсивности теплового потока технологическими путями или с использованием вентиляции;
- рассчитать, при необходимости, теплозащитный экран для наиболее интенсивного источника излучения.

Таблица 1.12 – Количество теплоты, выделяемой на различных участках конвейерных литейных цехов, МДж на 1 т заливаемого металла[106]

Источник выделения теплоты	При подаче с выбивки на очистку горячих отливок		При остывании на участке выбивки отливок	
	мелких	средних	мелких	средних
Участок заливки	84	126	84	126
Охладительный кожух	63	63	63	63
Участок выбивки	63	84	126	168
Участок очистки отливок	105	147	42	63
Горелая смесь	105	147	105	147

Для защиты от вращающихся, движущихся частей оборудования (башня поворотного станда, тянущие валки, устройство для разрезки заготовки - кислородные резаки или ножницы, устройство для выдачи заготовки), от прикосновения к элементам оборудования с повышенной температурой используем защитные ограждения, препятствующие работающим проникновению в опасную зону.

#### 4. Расчёт защитных устройств

##### 4.1. Расчёт звукоизолирующей кабины оператора.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.098-84 для стены кабины выбираем кирпичную кладку, заштукатуренную с двух сторон штукатуркой толщиной 270 мм с поверхностной плотностью 420 кг/м<sup>2</sup>,

Окна двойные с силикатными стёклами, толщина стекла – 3 мм; воздушный зазор – 100 мм; условия прилегания к периметру – через прокладки из мягкой резины.

Для пола используется железобетонная панель толщиной 140 мм с поверхностной плотностью – 358 кг/м<sup>2</sup>. Пол покрыт ленолиумом на тканевой основе. Глухую часть стены облицовываем звукопоглощающими отделочными акустическими плитами толщиной 35 мм, средняя плотность – 180 кг/м<sup>2</sup>.

Пост управления находится в зоне действия работы кислородного конвертера, характеризующегося повышенным уровнем шума, в связи с этим при отсутствии защиты оператор будет находиться под воздействием шума.

Размеры поста управления в плане 4x4 м, высота – 2,5 м. Пост управления оборудуется окном площадью  $S_{ок} = 2,5 \text{ м}^2$  и дверью  $S_{дв} = 2,0 \text{ м}^2$ . Общая площадь стен  $S_{ст} = 30,5 \text{ м}^2$ , площадь перекрытия –  $S_{пер} = 12 \text{ м}^2$ . Звукопоглощающий подвесной потолок выполняется из перфорированной акустической гипсовой плиты, через которую осуществляется подача кондиционированного воздуха в пост. Кондиционер устанавливаем на виброизолиро-

ванном основании, которое представляет собой железобетонную стену.

Для снижения проникновения в пост управления шума кондиционера в воздуховод устанавливаем глушитель шума. Расстояние от поста управления до повышенных источников шума – 6 м. Уровень звуковой мощности группы клеток равен  $L_p = 105$  дБ на  $f = 500$  Гц,  $L_p = 103$  дБ на  $f = 1000$  Гц (ГОСТ 12.1.003-88 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»,  $L_{доп} = 60$  дБ).

Для определения характера звукового поля определяем уровень звукового давления в точке, расположенной в центре поста управления. Уровень шума в расчётной точке находим по формуле (при действии источников  $n = 2$ ).

Для поста управления расчёт производим по частоте  $f = 500$  Гц, на которой обычно наблюдается наибольшая разность уровней звуковой мощности и допустимого уровня шума в посту управления с речевой связью по телефону. При  $V = 30.5 \text{ м}^3$ ,  $B = 20 \text{ м}^3$ ,

$$Z = Z_p + 10 \lg \left( \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 5 \cdot 5} + \right.$$

$$\left. \frac{4}{(20)^2} \right) = Z_p - 8,85,$$

$$Z_{500} = 105 - 8,85 = 96.15 \text{ дБ.}$$

Допустимое значение уровня звуковой мощности  $Z_{доп} = 60$  дБ. Расчётное значение уровня звуковой мощности превышает допустимое. По-

этому необходимо разработать мероприятия по снижению шума. Оборудуем пост управления звукоизоляцией. Требуемую звукоизоляцию рассчитаем по формуле:

$$R_i = \sum Z_p - Z_{доп} - 10 \cdot \lg(B_{ш}) - 10 \cdot \lg(B_{и}) + 10 \cdot \lg(p_i) + 10 \cdot \lg(n_n) + 6,$$

где  $R_i$  – требуемая звукоизоляция в данной октавной полосе частот;

$\sum Z_p$  – суммарный уровень звуковой мощности источников шума;

$B_{и}$  – постоянная изолируемого помещения (поста управления);

$B_{ш}$  – источник находится на открытом пространстве ( $B_{ш} = 0$ );

$p_i$  – общая площадь ограждающей конструкции изолируемого помещения;

$n_n$  – число ограждающих конструкций.

Постоянная изолируемого помещения находится по формуле:

$$B_{и} = k \cdot \mu \cdot V,$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий вид помещения ( $k=0.05$ );

$\mu$  – частотный коэффициент ( $\mu= 0,56$ );

$V$  – объём поста управления ( $V = 30 \text{ м}^3$ ).

$$B_{и} = 0,05 \cdot 0,56 \cdot 30 = 0,84 \text{ м}^3.$$

Требуемую изоляцию рассчитываем для 4 разнородных элементов: окно, дверь, стены и потолок. Расчёт требуемой звукоизоляции для каждой ограждающей конструкции сводим в таблицу.

По требуемой звукоизоляции каждой ограждающей конструкции выбираем материал и требуемую толщину конструкции. Стена изготовлена из кирпичной кладки, оштукатуренная с двух сторон, толщиной 270 мм. Окно двойное с силикатными стёклами толщиной 3 мм. Для перекрытия выбираем железобетонную панель толщиной 120 мм и облицовку из лёгкой древесноволокнистой плиты толщиной 3 мм. Дверь двойная толщиной 84 мм, каждая половинка из двух наружных листов фанеры одного асбоцементного листа по 6 мм каждый, из двух промежуточных слоёв стекловолокна по 16 и 50 мм, с тамбуром шириной 30 мм.

Таблица. Звукоизоляция ограждаемых конструкций поста управления

Расчётная величина	Значение при частоте 500Гц
1	2

Звуковая мощность, Lp, дБ	105
Уровень шума на рабочем месте, Lp.м., дБ	98,5
Допустимый уровень шума, Lдоп, дБ	60
Постоянная поста управления, Ви, м <sup>2</sup>	0,84
10lg (Ви)	10,2
10lg (Sок)	4
1	2
10lg (Sдв)	3
10lg (Sстен)	14,8
10lg (Sперек)	10,8
10lg ((n))	6
Ri окна, дБ	34,12
Ri двери, дБ	33,12
Ri стен, дБ	44,92
Ri перек, дБ	40,92

#### 4.2. Расчёт теплоотражающего экрана [43, 71, 113]

Целью расчёта является уменьшение влияния теплового излучения на поворотный сталеразливочный стенд (избыточного тепла, излучаемого расплавленным металлом) и в опасную производственную зону.

Поэтому, для обеспечения нормальных условий работы стенда, устанавливаем теплоотражающий экран, защищающий привод поворотного сталеразливочного стенда от воздействия повышенной температуры.

Исходные данные:

- температура на поверхности сталеразливочного ковша,  $T_{\text{ткоч}} = 1200^{\circ}\text{C}$ ;
- допустимая температура за экраном,  $T_{\text{тд}} = 450^{\circ}\text{C}$ ;
- температура нагревания экрана,  $T_{\text{тэк}} = 750^{\circ}\text{C}$ .

Определяю коэффициент снижения температуры ( $M_t$ ):

$$M_t = \frac{1200}{450} = 2,7.$$

Определяю коэффициент снижения теплового потока ( $m$ ):

$$m = \{M_t - (T_{\text{тд}}/T_{\text{тэк}})\} / \{1 - (T_{\text{тд}}/T_{\text{тэк}})\} = \{2,7 - (450/750)\} / \{1 - (450/750)\} = 5,25$$

Определяю число пластов экрана в листах:

$$n_{\text{э}} = m/10 - 1 = 5,25/10 - 1 = -0,475.$$

Принимаем толщину экрана в 1 пласт.

#### 5. Эффективность мероприятий по улучшению условий труда

При анализе опасных и вредных факторов производственной среды установлено, что два опасных и вредных фактора превышают ПДК (ПДУ) – шум и тепловые излучения.

В случае нескольких опасных и вредных факторов для оценки эффективности мероприятий по улучшению условий труда используется комплексный показатель эффективности мероприятий (Экэ): сумма частных отношений по отдельным вредным (опасным) факторам должна быть равна или меньше единицы

$$\text{Экэ} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{R_{\phi i}}{\text{ПДУ}_{\phi i}} \right) / n \leq 1,$$

где  $R_{\phi i}$  –  $i$ -й вредный (опасный) фактор;

$n$  – общее количество факторов.

Если показатель эффективности больше 1, то следует признать наличие остаточной вредности, которая свидетельствует либо о недостаточной эффективности мероприятий (в случае их правильного выбора), или о невозможности доведения этого показателя до уровня ПДК и ниже в настоящий момент, в связи с недостаточным техническим уровнем. В этом случае предлагается выбор средств индивидуальной защиты для защиты работающих от действия данного опасного или вредного фактора.

### **Результаты оценки эффективности мероприятий по улучшению условий труда**

1. Достигнуто снижение интенсивности действия фактора шума до уровня ПДУ (60дБ). При этом эффективность мероприятий

$$\text{Э}_{\text{мер}} = R_{\text{мер}}/\text{ПДУ} \leq 1, \quad \text{Э}_{\text{мер}} = 60/60 = 1.$$

До проведения мероприятий уровень шума превышал ПДУ

$$\text{Э}_{\phi} = (Z_{500}/Z_{\text{доп}} - 1) * 100 = (96,15/60 - 1) * 100 = 60,3\%.$$

Эффект от действия мероприятий – снижение уровня шума на 60,3%

$$\text{Э}_{\text{общ}} = \text{Э}_{\phi} + \text{Э}_{\text{мер}} = 60,3 + (1 - 1) * 100\% = 60,3\%.$$

2. Установка теплоотражающего экрана толщиной в 1 пласт понижает уровень теплового излучения (температуры) на поворотный сталеразливочный стенд до нормативной величины (450<sup>0</sup>С). Эффективность мероприятия:

$$\text{Э}_{\text{мер}} = R_{\text{мер}}/\text{ПДУ} \leq 1, \quad \text{Э}_{\text{мер}} = 450/450 = 1.$$

**6. Комплексный показатель эффективности мероприятий по улучшению условий труда составит:**

$$\text{Экэ} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{R_{\phi i}}{\text{ПДУ}_{\phi i}} \right) / n = (60/60 + 450/450)/2 = 1.$$

Значения вредных и опасных факторов, выявленных в результате исследования, приведены к нормативным величинам.

### **8. Пожаровзрывобезопасность.**

Пожарная безопасность на машиностроительных заводах может обеспечиваться мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара.

Основной причиной пожаров на машиностроительных предприятиях являются нарушения технологического режима и связаны с использованием веществ, обладающих высокой пожарной опасностью. Сложность организации противопожарной защиты современных машиностроительных предприятий усугубляется их гигантскими размерами, большой плотностью застройки, применением в строительстве облегченных конструкций из металла и полимерных материалов, обладающих низкой огнеопасностью.

В связи с этим в подразделе рассматриваются следующих вопросы:

- установление категории производства по взрывной и пожарной безопасности;
- определение степени огнестойкости производственных и бытовых зданий и сооружений;
- разработка мероприятий по пожарной защите;
- обоснование выбора и определение количество первичных средств пожаротушения;
- расчёт времени эвакуации;
- выбор сигнализации, автоматических средств пожаротушения.

Цех НРС по пожаро-взрывобезопасности в соответствии с Нормами пожарной безопасности (НПБ 105-03). Категории помещений принимаются в соответствии с таблицей 5 путем последовательной проверки принадлежности помещения от высшей категории (А) к низшей (Д).

В соответствии с НПБ 105-03 и СНиП 2.01.02.85 цех УНРС относится к категории Г. К этой категории относятся производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, а также твердые вещества, жидкости и газы, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

В зданиях всех степеней огнестойкости кровлю, стропила и обрешетку чердачных покрытий и др. допускается выполнять из горючих материалов. При этом деревянные элементы следует подвергать огнезащитной обработке. Качество огнезащитной обработки должно быть таким, чтобы потеря массы огнезащищенной древесины при испытании по СТ СЭВ 4686-84 не превышала 25 %.

Минимальное допустимое время огнестойкости строительных конструкций, ч (над чертой), и максимальные пределы распространения огня по ним (под чертой).

СНиП 2.01.02— 85 установлены восемь степеней огнестойкости зданий и сооружений (I, II, III, IIIa, Шб, IV, IVa и V), определяющейся минимальной огнестойкостью строительных конструкций и максимальной площадью распространения огня по ним. Требуемая степень огнестойкости здания и допустимое число этажей зависят от его категории взрывоопасности.

**Конструкция здания цеха в соответствии с СНиП 2.01.02— 85 относится к IV степени огнестойкости:**

	Стены несущие и лестничных клеток	Стены самонесущие	Стены наружные несущие (в том числе из навесных панелей)	Стены внутренние несущие (перегородки)	Колонны	Лестничные площадки, косоуры, ступени, балки и марши лестничных клеток	Плиты настилы (в том числе с утеплителем) и другие несущие конструкции перекрытий
<b>Н</b>							
<b>а ос-</b>	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$

новании расчётов определены эвакуационные пути обеспечивающие во время пожара безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий, через эвакуационные выходы. Выходы являются эвакуационными, если они ведут из помещений:

а) первого этажа наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку;

б) любого этажа, кроме первого, в коридор, ведущий на лестничную клетку, или непосредственно в лестничную клетку (в том числе через холл).

При этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями

в) в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными в подпунктах „а" и „б". При устройстве эвакуационных выходов из двух лестничных клеток через общий вестибюль одна из них кроме выхода в вестибюль должна иметь выход непосредственно наружу.

Выходы наружу предусматриваются через тамбуры. Из зданий и помещения следует предусматриваются не менее двух эвакуационных выходов.

**Эвакуационные выходы** должны располагаться рассредоточено. Минимальное расстояние  $l$  между наиболее удаленными один от другого эвакуационными выходами из помещения следует определять по формуле

$$l \geq 1.5\sqrt{P},$$

где  $P$  - периметр помещения 1000 м.  $l \geq 1.5 \sqrt{1000} = 47$  м

Ширина путей эвакуации в свету – не менее 1 м, дверей — не менее 0,8 м. При дверях, открывающихся из помещений в общие коридоры, за ширину эвакуационного пути по коридору принята ширина коридора, уменьшенная:

на половину ширины дверного полотна — при одностороннем расположении дверей;

на ширину дверного полотна — при двустороннем расположении дверей.

Высота прохода на путях эвакуации должна быть не менее 2 м.

Протяженность путей эвакуации определяют от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода.

Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из помещения или здания. Минимальная ширина дверей равна 0,8 м.

Минимальная ширина участков путей эвакуации устанавливается в зависимости от назначения здания, однако она должна составлять - не менее 1 м.

Выражение для определения общей продолжительности эвакуации ( $P$ ) имеет вид

$$P = T_p + h/v_1 + h/v_2 + A_3 / v_3 < t_{доп}, \text{ мин}$$

где  $T_p$  – продолжительность эвакуации людей на первом этапе, определяемая по формуле

$$T_p = (l / v) < t_{доп}, \quad T_p = 100/16 = 6,25 \text{ мин} < 10 \text{ мин}$$

где  $l$  – наибольшее расстояние от удаленного места до ближайшего выхода,  $l = 100$  м;

$t_{доп}$  - допустимое время нахождения на пожароопасном участке,  $t_{доп}=25\text{мин}$  (минимальное допустимое время огнестойкости строительных конструкций, ч);

$v$  — скорость движения по горизонтальному пути, принимаемая 16 м/мин;

$h, v_1, v_2$  — длина пути и скорость движения по лестницам (скорость движения вверх принимается равной 10 м/мин, а вниз- 8 м/мин) ;

$A_3, v_3$  —длина пути от лестниц до наружных выходов и скорость движения по переходам соответственно,  $A_3 = 70\text{м}, v_3 = 12\text{м}$ .

$$P = 6,25 + 25/10 + 20/8 + 70/14 = 16,25 \text{ мин} < 25\text{мин}.$$

Для пожаротушения в зданиях и помещениях используют автоматические огнегасительные устройства. Наиболее широкое распространение получили установки, которые в качестве распределительных устройств используют сплинкерные (рисунок 6.1) или дренчерные (рисунок 6.2) головки.

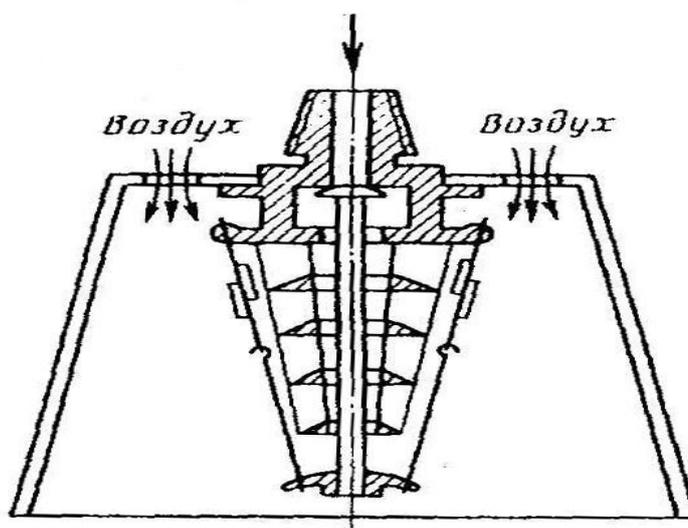
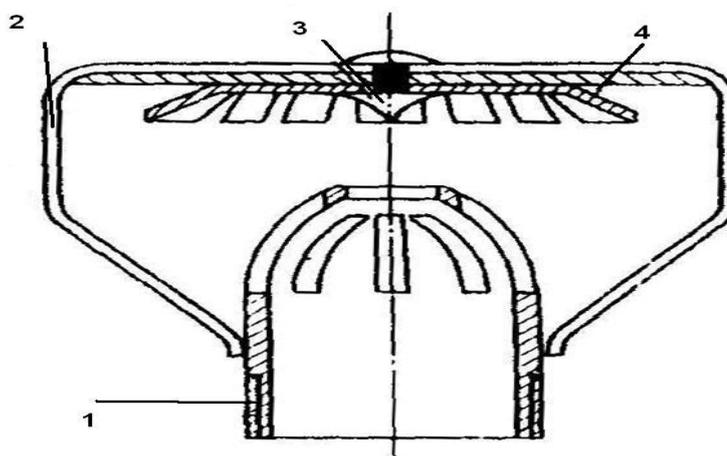


Рис. 6.1. Спринклерная головка.

Спринклерные установки включаются автоматически при повышении температуры среды внутри помещения до заданного предела. Датчиком является



### **Рис. 6.2. Дренчерная головка**

1 – корпус; 2 – дуга; 3 – дефлектор; 4 - замок

сприклерная головка, снабженная легкоплавким замком, который расплавляется при повышении температуры и открывает отверстие в трубопроводе с водой над очагом пожара.

Спринклерная установка состоит из сети водопроводных питательных, оросительных труб, установленных под перекрытием и спринклерных головок. Один спринклер устанавливают на площади 6—9 м<sup>2</sup> помещения в зависимости от пожарной опасности производства

Рисунок 2 – дренчерная головка. Дренчерные установки представляют собой систему трубопроводов, на которых расположены специальные головки-дренчеры с открытыми выходными отверстиями диаметром 8,10 и 12,7 мм лопастного или розеточного типа, рассчитанные на орошение до 12 м<sup>2</sup> площади пола. Дренчерная головка с продольными щелями позволяет равномерно оросить 210 м<sup>2</sup> площади пола.

**Кроме этого, цех обеспечивается первичными средствами пожаротушения.**

К первичным средствам пожаротушения относят: огнетушители, пожарный инвентарь (покрывала из негорючего изоляционного полотна, ящики с песком, бочки сводой, пожарные вёдра, совковые лопаты и пожарный инструмент – крюки, ломы, топоры и др.

Ёмкость бочек в соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 – не менее 200 л. Установка пожарных щитов на территории цеха производится в соответствии с нормами из расчёта один щит (стенд) на площадь 5000 м<sup>2</sup>. Площадь цеха составляет 39000 м<sup>2</sup>. На территории цеха устанавливается 8 щитов, на которых размещается комплект средств пожаротушения: огнетушители – 3 шт., ящик с песком – 1 шт., покрывала из негорючего изоляционного полотна размером 2 х 2 м – 1 шт., крюки – 3 шт., лопаты – 2 шт., ломы – 2 шт., топоры – 2 шт.

В настоящее время находят применение следующие типы огнетушителей:

- воздушно-пенные типа ОВП-5, ОВП-9, ОВП-10, ОВП-100 и др. (цифры показывают вместимость баллона в литрах), которые применяют для тушения пожаров классов **A** и **B**), для тушения щелочных и щелочноземельных металлов и их сплавов, малых очагов горения топлива, которое разлилось, электроустановок, находящихся под напряжением до 380 В.

- углекислотно-бромэтиловые огнетушители типа ОУБ-3 и ОУБ-7, которые применяют для тушения горящих твердых и жидких материалов, а также электрооборудования и радиоэлектронной аппаратуры;

- порошковые огнетушители типа ОП-5, ОП-9, ОП-10, ОП-10А, которые применяют для тушения небольших очагов загорания тлеющих твердых материалов, а также нефтепродуктов и электроустановок под напряжением до 1000 В (класс пожара А, В, С, Д).

**Для эффективного обнаружения пожаров** предлагаю оборудовать цех пожарной сигнализацией, которая представляет собой разветвлённую сеть пожарных извещателей работающих на преобразовании неэлектрических физических величин (излучения световой и тепловой энергии, движения частиц дыма) в электрические, которые в виде сигнала определённой формы направляются по электросетям на приёмную станцию.

Извещатели пожара: ручные, дискретного действия для выдачи сигнала при достижении значения вредного фактора ПДУ (при нажатии кнопки); автоматического действия. Они делятся на тепловые, световые, дымовые, комбинированные, ультразвуковые, нормального исполнения, взрывобезопасные, искробезопасные и герметичные, по принципу действия – максимальные (реагируют на абсолютные величины контролируемого параметра и срабатывают при достижении определённого значения параметра) и дифференциальные (реагируют только на скорость изменения контролируемого параметра и срабатывают только при её определённом значении).

Тепловые извещатели максимального действия срабатывают при определённой температуре. Недостаток – зависимость чувствительности от окружающей среды.

Для исключения ошибок, ложного срабатывания предлагаю дублирование извещателей – устанавливать ультразвуковые извещатели совместно с тепловыми и т.д.

**Разработаны организационно-технические мероприятия, которые включают:**

- организацию добровольной пожарной охраны;
- паспортизацию веществ, материалов, объектов, технологических процессов в части обеспечения пожарной безопасности;
- организацию обучения работников цеха правилам безопасности и др.;
- каждый работник должен знать места расположения первичных средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- работники должны знать правила поведения при пожаре, пути эвакуации.

Многие из перечисленных технических решений по обеспечению пожарной безопасности в отношении планировки и застройки, этажности, площадей, требований к конструктивным решениям инженерного оборудования и другие определяются категорией помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1.

#### Оптимальные значения параметров микроклимата в рабочей зоне в зависимости от времени года, и категории работ.

Таблица 1. Оптимальные нормы параметров микроклимата воздуха рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Период года	Категория работы	Температура, оС	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22—24		≤ 0,1
	Iб	21—23		≤ 0,1
	IIa	18—20	40-60	≤ 0,2
	IIб	17—19		≤ 0,2
	III	16—18		≤ 0,3
Теплый	Ia	23—25		≤ 0,1
	Iб	22—24		≤ 0,2
	IIa	21—23	40-60	≤ 0,3
	IIб	20—22		≤ 0,3
	III	18—20		≤ 0,4

### Приложение 2

Таблица 1. Допустимые и эквивалентные уровни шума при работе на ПЭВМ (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Уровни звукового давления, дБ									Эквивалентный уровень звука, дБ*А
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-	67	57	49	44	40	37	35	33	45
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Таблица 2. Коэффициенты звукопоглощения материалов [43]

Материал	Коэффициент звукопоглощения $\alpha$ при частоте шума 1000 Гц
Бетонная плита	0,02
Обычная штукатурка	0,03
Штукатурка акустическая (10мм)	0,11
Перфорированные панели	0,50
Линолеум (5мм)	0,03
Паркет	0,06

Таблица 3. Зависимость допустимого уровня шума от характеристики помещения (ГОСТ 12.1.003-89)

Характеристика помещения	Уровень звука, дБ
Помещения конструкторских бюро, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических и исследовательских работ	50
Помещения управления, рабочие комнаты	60
Постоянные рабочие места и рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятия	80

### Приложение 3

#### Оценка интенсивности теплового излучения при загрузке (выгрузке) деталей в нагревательную печь

Исходные данные: температура внутреннего пространства печи  $t$ , °С, размер загрузочного окна  $F$ , м<sup>2</sup>, расстояние от загрузочного отверстия до человека  $\ell$ , м.

Расчет интенсивности теплового излучения следует производить по формулам:

$$q = 0,78 F \{[(273 + t)/100]^4 - 110\} / \ell^2 \text{ кДж/м}^2, \text{ если } \ell \geq F ;$$

$$q = 0,78 F^{1/2} \{[(273 + t)/100]^4 - 110\} / \ell^2 \text{ кДж/м}^2, \text{ если } \ell \leq F ;$$

Полученное значение интенсивности излучения сравниваете с допустимой по нормам интенсивностью 350 Вт/м<sup>2</sup> (1,25 МДж/ (м<sup>2</sup> ч)) и в соответ-

ствии с этим делается вывод о необходимости разработки дополнительных мер защиты.

Защиту от прямого действия теплового излучения осуществляют в основном экранированием. Экраны, которые бывают стационарными и передвижными, по принципу действия делятся на отражающие, поглощающие и теплоотводящие.

*Отражающие* экраны делают как однослойными, так и многослойными. Их выполняют из алюминия, жести, фольги на асбесте и других материалов.

Расчет производят по формуле

$$\mu = t_u / t_s,$$

где  $\mu$  - заданное снижение температуры;

$t_u$  - температура источника излучения, °С;

$t_s$  - заданная температура экрана (до 45° С), значение которой в свою очередь определяют из выражения

$$t_s = t_v + \frac{aq}{2a},$$

где  $t_v$  - температура воздуха, °С;

$a$  - коэффициент теплопоглощения экрана;

$q$  - интенсивность излучения, Вт/ м<sup>2</sup>;

$\acute{a}$  - удельная теплоотдача экрана, Вт/( м<sup>2</sup> град).

Для *поглощающих* экранов, представляющих собой чаще всего завесы из мелких цепей, снижающих лучистый поток на 60-70%, либо из водяной пленки, поглощающей до 90% тепловых излучений и пропускающей видимые излучения, расчетное уравнение имеет вид

$$q = q_0 e^{-\delta l},$$

где  $q$ ,  $q_0$  - мощность лучистого потока в данной точке при наличии и отсутствии завесы, Вт/м<sup>2</sup>;

$\delta$  - коэффициент ослабления средой (для воды  $\delta = 1,3 \text{ мм}^{-1}$ );

$l$  - толщина завесы, мм

## Приложение 4

### Оценка и проектирование производственного освещения

При проектировании осветительной установки необходимо решить следующие основные вопросы: выбрать систему освещения, тип источника света, тип светильника; определить норму освещенности; произвести размещение светильников; рассчитать освещенность в необходимых точках; уточнить после этого размещение и число светильников; определить единичную мощность светильников и ламп.

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока, учитывающий световой поток, отраженный от потолка, стен и рабочей поверхности.

Для расчета локализованного и комбинированного освещения, освещения наклонных и вертикальных плоскостей и для проверки расчета равномерного общего освещения, когда отраженным световым потоком можно пренебречь, используют точечный метод. На практике применяется также метод расчета по удельной мощности.

По методу светового потока определяют световой поток лампы  $\Phi_{\text{л}}$  (лм) для ламп накаливания или световой поток группы ламп светильника для люминесцентных ламп по формуле

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100E_{\text{н}}SzK}{N_{\text{н}}}$$

где  $E_{\text{н}}$  - нормированная минимальная освещенность, лк;

$S$  - площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$z$  - коэффициент минимальной освещенности, равный отношению  $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$ , значения которого для ламп накаливания и ДРЛ - 1,15, для люминесцентных - 1,1;

$K$  - коэффициент запаса для ламп накаливания - 1,3-1,6; для газоразрядных - 1,4-1,8;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильника, коэффициента отражения потолка  $\rho_0$  и стен  $\rho_c$ , высоты подвеса светильников и показателя помещения  $i = AB/N_p(A+B)$ , где  $A$  и  $B$  - длина и ширина помещения, а  $N_p$  - высота светильников над рабочей поверхностью.

Коэффициент использования светового потока  $\eta$  в зависимости от типа светильника и коэффициентов отражения  $\rho_n$  (30-70%),  $\rho_c$  (10-50%) колеблется при изменении показателя помещения  $i = 0,5-5,0$  от 12 - 25% до 40-73%. Более точные значения  $\eta$  можно взять из справочной литературы. Подсчитав по приведенной выше формуле световой поток лампы  $\Phi_{\text{л}}$ , по таблице подбирают ближайший к полученному значению  $\Phi_{\text{л}}$  стандартный светильник и определяют электрическую мощность всей осветительной установки. В практике допускается отклонение потока выбранной лампы от расчетного до -10% и +20%, в противном случае выбирают другую схему расположения светильников.

В основу точечного метода положено уравнение

$$E = I_{\alpha} \cos \alpha / r^2$$

где  $I_{\alpha}$  - сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд;

$r$  - расстояние от светильника до расчетной точки, м;

$\alpha$  - угол между нормалью рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

Данные о распределении силы света  $I_{\alpha}$  приводятся в светотехнических справочниках. Если освещенность в контрольной точке создается несколькими светильниками, то подсчитывают освещенность от каждого из них, а затем полученные значения складывают.

## Приложение 5

### Оценка интенсивности ультразвукового поля

Необходимые данные: выходная мощность генератора  $W$ , Вт, рабочая частота  $f$ , кГц.

Уровень звукового давления в децибелах можно подсчитать по следующему выражению:

$$L = 10 \lg \{ \alpha W / 4\pi R^2 * 10^{-12} \}$$

где  $R$  - расстояние от генератора до рабочего места, м;  $\alpha$  - коэффициент направленности излучения;  $\alpha = 2$ , если рабочее место находится перед излучающим торцом, и  $\alpha = 5$ , если рабочее место расположено сзади преобразователя.

Вычисленные значения уровня звукового давления сравниваются с допустимыми в зависимости от рабочей частоты ультразвука, которые согласно ГОСТ 12.1.001-83 равны: 80 дБ для среднегеометрической частоты 12,5 кГц; 90 дБ для 16 кГц; 100 дБ для 20 кГц; 105 дБ для 25 кГц; 110 дБ для диапазона частот 31,5 - 100 кГц.

Защита осуществляется теми же методами, что и от слышимого шума, а при контактном воздействии - устранением непосредственного соприкосновения с колеблющимися средами.

Приведенные примеры характеризуют случаи воздействия отдельных видов опасных и вредных факторов. Подобные расчеты с сопоставлением их результатов с нормативными требованиями необходимо провести для всех выявленных опасных и вредных факторов.

**Таблица 1. Уровни звукового давления**

Уровни звукового давления, дБ	Эк-
-------------------------------	-----

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									вива- лентный уровень зву- ка, дБ*А
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-	67	75	94	112	137	168	206	251	300
86	101	119	141	167	200	239	285	338	400
93	109	127	151	178	215	257	305	359	420
96	113	132	157	186	224	268	318	374	435
103	119	139	166	196	236	282	334	392	455

**Таблица 2. Коэффициенты звукопоглощения материалов**

Материал	Коэффициент звукопоглощения $\alpha$ при частоте шума 1000 Гц
Бетонная плита	0,02
Обычная штукатурка	0,03
Штукатурка акустическая (10мм)	0,11
Перфорированные панели	0,50
Линолеум (5мм)	0,03
Паркет	0,06

При отсутствии исходных данных количество выделяющихся вредных веществ ряда участков металлургических предприятий может быть предварительно принято в соответствии с нормативными материалами, приведенными в табл. 4.

Таблица 4

Производственная зона	СО	SO
Литейный двор (на 1000 м <sup>3</sup> объема печи):		

одноносковая разливка	35 кг/ч	-
многоносковал разливка	60 кг/ч	-
Конверторный пролет	<b>280 г/(ч.т)</b>	-
Разливочный пролет	<b>360 гДч.т)</b>	-
Пролет ремонта и сушки конверторов	<b>140г/(ч.т)</b>	220 г/(ч.т)
Пролет ремонта к сушки ковшей	100 г/(ч.т)	130 г/(ч. т)

## Приложение 6.

### Расчет защитного заземления

Наиболее распространенное и надежное средство электрозащиты - защитное заземление, которое базируется на снижении к безопасным значениям напряжения прикосновения и шагового напряжения, которые обусловлены замыканием на корпус. Этого достигают путем уменьшения сопротивления заземления.

Защитным устройством называется совокупность заземлителя (металлического проводника или группы проводников, которые находятся в непосредственном соприкосновении с грунтом) и заземлительных проводников, которые соединяют заземленные части оборудования с заземлителями. В зависимости от расположения заземлителей по отношению к заземленному оборудованию, конструкции заземления бывают выносными (сосредоточенными) и контурными (распределенными).

Расчёт защитного заземления производим согласно ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление» [79, 115].

В контурных заземлительных устройствах заземлители располагают по контуру (периметру) здания, в котором находится электрооборудование, которое нужно заземлить (рис. 2, а).

В местах с высоким удельным сопротивлением грунта экономически может быть более целесообразным устройство выносных заземлителей, которые размещают в более проводящих пластах земли (рис. 2, б).

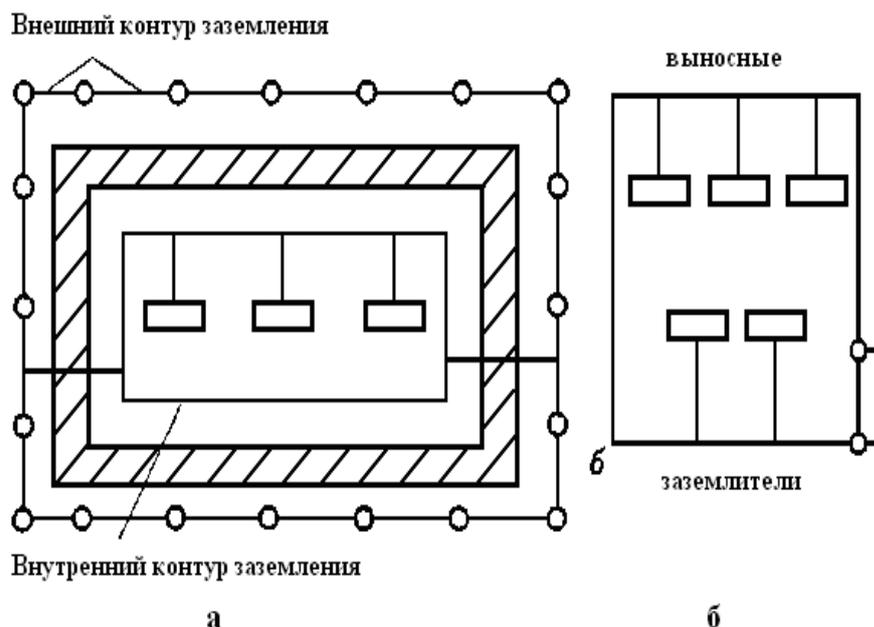


Рис. 2. Схема контурного и выносного заземления

Группы выносных заземлителей соединяют с объектом магистралью заземления, кабельной линией. Выносное защитное заземление защищает за счет малого сопротивления растеканию тока и небольшого тока замыкания на землю.

При контурном заземлении заземлители располагаются по периметру и внутри площадки, на которой установлено заземленное оборудование и электрически соединяются. Во время замыкания на корпус ток стекает на землю и благодаря системе заземлителей, расположенных в вершинах сети с определенным шагом, на поверхности территории площадки появляется повышенный относительно подчиненной территории потенциал.

Заземлители могут быть естественные и искусственные. Как естественные заземлители используют разнообразные металлоконструкции, которые имеют хороший контакт с землей: арматуры железобетонных конструкций, трубопроводы (кроме тех, что применяются для транспортировки горючих и взрывных жидкостей и газов), металлические оболочки кабелей (за исключением алюминиевых), обсадные трубы и т.п.. Искусственные заземлители представляют собой специально устроенные металлоконструкции. В первую очередь, для заземления нужно использовать естественные заземлители, если они есть.

Характеристики стационарных заземлителей и токоотводов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика стационарных заземлителей и токоотводов

Токоотводы и заземлители	Название	Характеристика
Токоотводы	Заземление станков, машин, металлической аппаратуры, резервуаров, котлов, трубопроводов, сливо-наливных приборов	Стальная лента сечением $48 \text{ мм}^2$ , толщиной больше 4 мм
Токоотводы	Заземление автоцистерн	Стальной трос диаметром не меньше 6 мм
	Заземление резиновых шлангов и воронок	Гибкий стальной провод сечением не меньше $12 \text{ мм}^2$
Заземлители	Заземлительный контур из стальных труб (электродов)	Трубы диаметром 38...60 мм, с толщиной стенки больше 3,5 мм. Стальные стержни диаметром 40...50 мм, длиной 2...3 м. Вбивают вертикальные заземлители в землю
Стальные ленты	Для токоотводов (электродов)	Сечением не меньше $100 \text{ мм}^2$ , толщиной не меньше 4...5 мм, углубляют в землю на глубину 0,6...0,8 м
Стальные пластины	Для токоотводов (электродов)	Толщина не меньше 4 мм и площадью не меньше $1 \text{ м}^2$ . Углубляют в землю вертикально на глубину от по-

Снаружи зданий обычно формируют внешний заземлительный контур. Для этого за пределами отмостки дома, в специально выкопанной траншее глубиной 0,6...0,8 м вбивают вертикальные заземлители на расстоянии друг от друга 1...3 м, что равняется длине заземлителя. Вертикальные заземлители методом сваривания соединяют между собой полосой. Образуется замкнутый по периферии цеха внешний контур, от которого в середину цеха выводятся проводники. Последние также свариванием соединяются с внутренним контуром.

Внутренний контур, к которому присоединяются корпуса электроустановок - это закрепленный на внутренней стенке цеха проводник, который

соединяется с внешним контуром. Большое внимание уделяется надежности соединений в конструкции заземления.

Сопротивление растеканию тока с одного заземлителя  $R_{mp}$  (трубы, стержня) зависит от удельного сопротивления грунта, глубины от поверхности земли к верху заземлителя и размеров самого заземлителя (трубы), определяют по выражению:

$$R_{mp} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4t + l}{4t - l}$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$l$  - длина заземлителя, м;

$d$  - диаметр заземлителя, м;

$t$  - расстояние от поверхности земли к середине вертикального заземлителя, м;

$$t = h_g + \frac{l}{2},$$

где  $h_g$  - глубина выкопанной траншеи, в которую вбивают вертикальные заземлители, м (рис. 3).

Удельное сопротивление грунта зависит от его строения, содержащихся в нем растворимых веществ, влаги, температуры воздуха. Оно изменяется сезонно, а следовательно - сезонно изменяется и значение сопротивления растеканию тока заземлительной системы. Наибольшее значение удельное сопротивление имеет засушливым летом и зимой в большой мороз. Наилучшие грунты для устройства заземления - влажные (торф, чернозем, глина, садовая земля). Самым плохим является скалистый грунт. Можно уменьшить удельное сопротивление грунта внесением кухонной соли вокруг вертикальных заземлителей, подливанием перегноя. Пласт соли и земли поочередно укладывают в грунт на глубину 1/3 длины заземлителя и поливают водой. Для снижения удельного сопротивления используют также намоченный водой

шлак или раствор глины в воде.

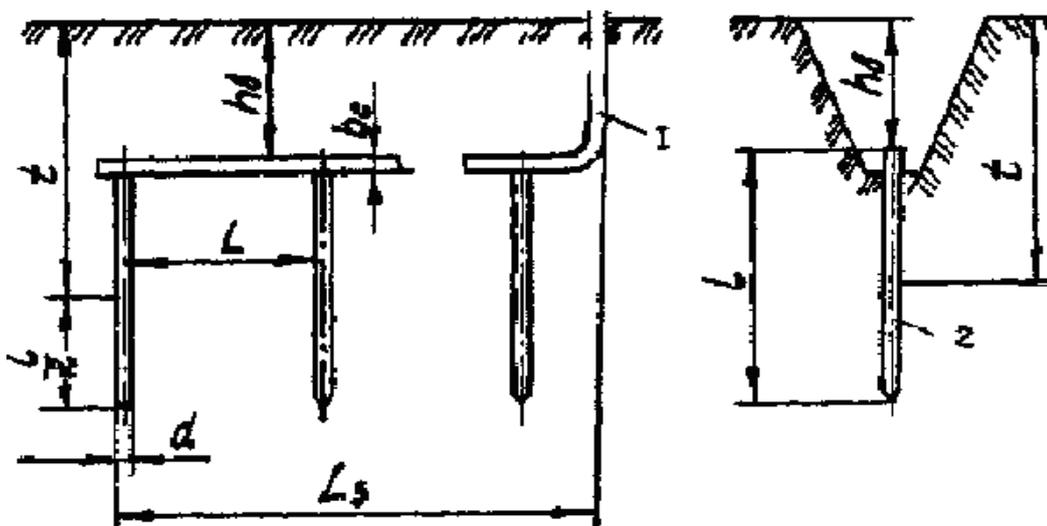


Рис. 3. Схема размещения заземлителей (труб) группового заземления:

1 – соединительная лента; 2 – заземлитель (труба);  $h_0$  – глубина закладки заземлителей;  $L$  – расстояние между заземлителями;  $t$  – расстояние от середины заземлителя к поверхности грунта;  $l$  – длина заземлителя (стержня или трубы);  $b$  – ширина соединительной ленты

Удельное электрическое сопротивление грунта зависит от его структуры, влажности, температуры, твердости и времени года (табл. 2).

Таблица 2. Удельное электрическое сопротивление грунта

Грунт	Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	
		При влажности 10...20%
Чернозем	9...53	20
Глина	8...70	40
Суглинок	40...150	100
Песок	400...700	700
Супесок	150...400	300

Удельное электрическое сопротивление грунта с учетом коэффициента сезонности определяется по формуле:

$$r = r_0 \cdot \eta_c$$

где  $r_0$  – измерительное удельное электрическое сопротивление, Ом·м;  
 $\eta_c$  – коэффициент сезонности.

Коэффициент сезонности зависит от влажности земли при (табл. 3).

Таблица 3. Значение коэффициента сезонности для вертикального заземлителя и горизонтальной ленты

Влажность земли при измерении		
повышенная	нормальная	низкая
$\eta_c$ для вертикального электрода $l=3$ м		
1,9	1,7	1,5
1,7	1,5	1,3
1,5	1,3	1,2
1,3	1,1	1,0
$\eta_c$ для горизонтального электрода $l=10$ м		
9,3	5,5	4,1
5,9	3,5	2,5
4,0	2,5	2,0
2,5	1,5	1,1
$\eta_c$ для горизонтального электрода $l=50$ м		
7,2	4,5	3,6
4,8	3,0	2,4
3,2	2,0	1,6
2,2	1,4	1,12

Групповое расположение вертикальных заземлителей (труб) оказывает взаимное влияние полей растекания (экранирование) тока, увеличивая сопротивление растеканию тока  $R_p$ .

Учитывая коэффициент экранирования, получим:

$$R_p = \frac{R_{mp}}{n \times \eta_e},$$

где  $R_{mp}$  – сопротивление растеканию тока одного заземлителя, Ом·м;

$n$  – количество заземлителей, шт;

$\eta_e$  – коэффициент экранирования.

Значение коэффициента экранирования вертикальных заземлителей (труб) для контурного заземления представлено в табл. 4.

С учетом коэффициентов сезонности и экранирования количество заземлителей (труб) определяется по формуле:

$$n = \frac{R_{mp}}{R_d \times \eta_c \times \eta_e},$$

где  $R_{тр}$  – сопротивление одного заземлителя (трубы), Ом;

$R_d = 4$  Ом - допустимое сопротивление растекания тока заземления.

Таблица 4. Значение коэффициента экранирования

Отношение расстояния между электродами (трубами) к длине электрода, $L_L$	Число заземлителей (труб)				
	4	6	10	20	40
1	0,66...	0,58...	0,52...	0,44...	0,38...0
2	0,76...	0,71...	0,66...	0,61...	0,55...0
3	0,83...	0,78...	0,74..0	0,68...	0,64...0

Длину соединительной ленты определяют по формуле:

$$l_{стр} = 1,05L(n - 1),$$

где  $L$  - расстояние между заземлителями (трубами), м.

Сопротивление растеканию тока в соединительной ленте можно определить по формуле:

$$R_{стр} = 0,366 \frac{\rho}{l_{стр}} \lg \frac{2l_{стр}^2}{h \times b \times \eta_{стр}},$$

где  $\rho$  – удельное электрическое сопротивление грунта с учетом коэффициента сезонности, Ом · м;

$l_{стр}$  – длина соединительной ленты, м;

$h$  – глубина (траншеи) закладывания соединительной ленты, м;

$b$  – ширина соединительной ленты, м;

$\eta_{стр}$  – коэффициент экранирования соединительной ленты.

Коэффициент экранирования соединительной ленты для контурного заземления принимают в зависимости от количества заземлителей (табл. 5).

Таблица 5. Значение коэффициента экранирования для контурного заземления (ленты)

Отношение расстояния между электродом (трубой) к длине электрода, $L/l$	Число заземлителей (труб)				
	4	6	10	20	40
1	0,45	0,40	0,34	0,27	0,23
2	0,55	0,48	0,40	0,32	0,25
3	0,70	0,64	0,56	0,45	0,40

Общее сопротивление растеканию тока заземлителей (труб) и соединительной ленты определяется по формулам:

$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_{mp}} + \frac{1}{R_{cnp}}} \leq R_\delta,$$

или

$$R_3 = \frac{R_{mp} \times R_{cnp}}{\frac{1}{R_{mp}} + \frac{1}{R_{cnp}}} \leq R_\delta$$

Защитное заземление устанавливают в трехфазных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В, а выше 1000 В – при любом режиме работы нейтрали. Заземлению подлежат электроустановки напряжением выше 42 В сменного тока в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также во внешних установках.

В условиях деревообрабатывающих производств заземляют все стационарное и передвижное технологическое и транспортное оборудования, которое питается электрическим током.

Ручные электрифицированные инструменты, которые работают с напряжением выше 42 В, подключают в сеть через штепсельные розетки, которые, кроме фазных контактов, имеют и заземлительный контакт. Штепсельные соединения выполнены так, что во время включения заземляющий контакт входит раньше фазных контактов, за счет чего обеспечивается безопасность при обслуживании электрооборудования. Заземляющий контакт длиннее от фазных, что исключает ошибочное включение.

## Приложение 7

### Расчет зануления

**Расчет зануления** имеет целью определить условия, при которых оно надежн выполняет возложенные на него задачи — быстро отключает поврежденную установку в то же время обеспечивает безопасность прикосновения человека к зануленному аварийный период. В соответствии с этим защитное зануление рассчитывают отключающую способность, а также на безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю (расчет заземления нейтрали) и на корпус (расчет повторного зануления нулевого защитного проводника).

#### а) Расчет на отключающую способность [79, 115].

При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически

чится, если значение тока однофазного короткого замыкания (т. е. между фазным защитным проводниками)  $I_k$ , А, удовлетворяет условию

$$I_k \geq k \cdot I_{ном}$$

где  $k$  — коэффициент кратности номинального тока  $I_n$  А, плавкой вставки протектора или уставки тока срабатывания автоматического выключателя, А. (Номиналом плавкой вставки называется ток, значение которого указано (выбито) непосредственно на вставке заводом-изготовителем. При этом токе плавкая вставка может работать долго, не перегорая и не нагреваясь выше установленной заводом-изготовителем температуры)

**Значение коэффициента  $k$**  принимается в зависимости от типа защиты электроустановки. Если защита осуществляется автоматическим выключателем, имеющим электромагнитный расцепитель (отсечку), т. е. срабатывающим без выдержки времени, то  $k$  принимается в пределах 1,25—1,4.

Если установка защищается плавкими предохранителями, время перегорания предохранителя зависит, как известно, от тока (уменьшается с ростом тока), то в целях ускорения срабатывания принимают

$$k \geq 3$$

Если установка защищается автоматическим выключателем с обратно зависимой характеристикой, подобной характеристике предохранителей, то также

$$k \geq 3$$

Значение  $I_k$  зависит от фазного напряжения сети  $U_\phi$  и сопротивлений цепи, в которую замыкается ток, от полных сопротивлений трансформатора  $z_T$ , фазного проводника  $z_\phi$ , нулевого защитного проводника  $z_{нз}$ , внешнего индуктивного сопротивления петли (контура) фазный — нулевой защитный проводник (петли фаза — нуль)  $X_p$ , а также от активных сопротивлений заземлений нейтрали обмоток источника тока (трансформатора)  $r_0$  и повторного заземления нулевого защитного проводника  $r_p$  (рис. 1, а).

Поскольку  $r_0$  и  $r_p$ , как правило, велики по сравнению с другими сопротивлениями, можно не принимать во внимание параллельную ветвь, образованную ими. Тогда схема упростится (рис. 1, б), а выражение для тока КЗ  $I_k$ , А, в комплексной форме

$$\dot{I}_k = \frac{U_\phi}{\frac{z_T}{3} + z_\phi + z_{нз} + jX_p}$$

или

$$\dot{I}_k = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + Z_\Pi}$$

где  $U_\phi$  — фазное напряжение сети, В;

$Z_T$  — комплекс полного сопротивления обмоток трехфазного источника тока (мотора), Ом;

$Z_\phi$  — комплекс полного сопротивления фазного провода, Ом;

$Z_{H3}$  — комплекс полного сопротивления нулевого защитного проводника, Ом;

$R_\phi$  и  $R_{H3}$  активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников;

$X_\phi$  и  $X_{H3}$  — внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников, Ом;

$Z_\Pi$  — комплекс полного сопротивления петли фаза — нуль, Ом.

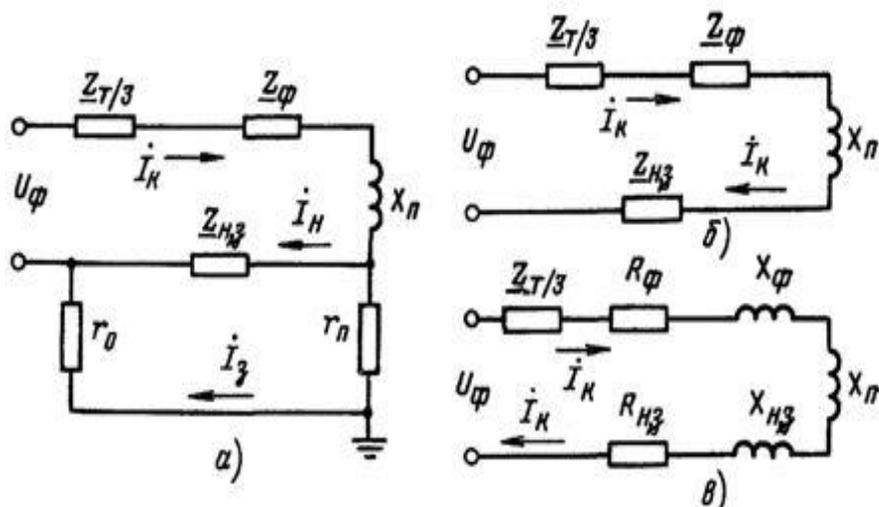


Рис. 1. Расчетная схема зануления в сети переменного тока на отключающую сп...  
а — полная, б, в — упрощенные

При расчете зануления допустимо применять приближенную формулу для вычисления значения (модуля) тока короткого замыкания  $I_k$ , в которой модули сопротивлений трансформатора и петли фаза — нуль  $Z_T$  и  $Z_\Pi$  Ом, складываются арифметически:

$$I_k = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + Z_\Pi}$$

Некоторая неточность (около 5%) этой формулы ужесточает требования безопасности

этому считается допустимой.

**Полное сопротивление петли фаза — нуль** в действительной форме (модуль) ра

**Расчётная формула имеет следующий вид:**

$$k \cdot I_{\text{НОМ}} \leq \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + \sqrt{(R_{\phi} + R_{\text{НЗ}})^2 + (X_{\phi} + X_{\text{НЗ}} + X_{\text{П}})^2}}$$

Здесь неизвестными являются лишь сопротивления нулевого защитного пров  
которые могут быть определены соответствующими вычислениями по этой же  
Однако, эти вычисления обычно не производятся, поскольку **сечение нулевого з**  
**проводника и его материал принимаются заранее из условия, чтобы полная**  
**мощность нулевого защитного проводника ( $1/r_{\text{НЗ}}$ ) была не менее 50% полной пр**  
**сти фазного провода ( $1/2 \cdot r_{\phi}$ ), т. е.**

$$1/r_{\text{НЗ}} \geq 1/2 \cdot r_{\phi},$$

или

$$r_{\text{НЗ}} \leq 2 \cdot r_{\phi},$$

Это условие установлено ПУЭ в предположении, что при такой проводимост  
иметь требуемое значение

$$I_k \geq k \cdot I_{\text{НОМ}}.$$

В качестве нулевых защитных проводников ПУЭ рекомендуют применять н  
ванные или изолированные проводники, а также различные металлические ко  
зданий, подкрановые пути, стальные трубы электропроводок, трубопроводы и т  
мендуется использофвать нулевые рабочие провода одновременно и как нулевые  
При этом нулевые рабочие провода должны обладать достаточной проводимост  
нее 50% проводимости фазного провода) и не должны иметь предохранителей и

телей.

Таким образом, **расчет зануления на отключающую способность является правильным расчетом правильности выбора проводимости нулевого защитного проводника, точнее, достаточности проводимости петли фаза — нуль.**

**Значение  $z_T$ , Ом**, зависит от мощности трансформатора, напряжения и схемы его обмоток, а также от конструктивного исполнения трансформатора. При расчете зануления значение  $z_T$  берется из таблиц (например, табл. 1).

Значения  $R_{\phi}$  и  $R_{\text{нз}}$ , Ом, для проводников из цветных металлов (медь, алюминий) определяют по известным данным: сечению  $s$ , мм<sup>2</sup>, длине  $l$  м, и материалу проводника. В этом случае искомое сопротивление

$$R = \frac{\rho \cdot l}{s}$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление проводника, равное для меди 0,018, а для алюминия 0,028 Ом·м.

Таблица 1. Приближенные значения расчетных полных сопротивлений  $z_T$ , Ом, масляных трехфазных трансформаторов

Мощность трансформатора, кВ А	Номинальное напряжение обмоток высшего напряжения, кВ	z <sub>T</sub> , Ом, при схеме со- обмоток	
		Y/Y <sub>н</sub>	Д
1	2	3	
25	6-10	3,110	
40	6-10	1,949	
63	6-10	1,237	
	20-35	1,136	
100	6-10	0,799	
	20-35	0,764	
1	2	3	
160	6-10	0,487	
	20-35	0,478	
250	6-10	0,312	

	20-35	0,305	
400	6-10	0,195	
	20-35	0,191	
630	6-10	0,129	
	20-35	0,121	
1000	6-10	0,081	
	20-35	0,077	
1600	6-10	0,054	
	20-35	0,051	

Примечание. Данные таблицы относятся к трансформаторам с обмотками номинального напряжения 400/230 В. При низшем напряжении 230/127 В значения сопротивлений, приведенные в таблице, необходимо уменьшить в 3 раза.

Если нулевой защитный проводник стальной, то его активное сопротивление определяется с помощью таблиц, например табл. 2, в которой приведены значения сопротивлений  $r_{\omega}$ , Ом/км) различных стальных проводников при разной плотности тока  $J$ , А/мм<sup>2</sup> при частоте 50 Гц.

Для этого необходимо задаться профилем и сечением проводника, а также длиной и ожидаемое значение тока КЗIk, который будет проходить по этому проводнику в аварийный период. Сечением проводника задаются из расчета, чтобы плотность тока в нем была в пределах примерно 0,5-2,0 А/мм<sup>2</sup>.

Таблица 2. Активные  $r_{\omega}$  и внутренние индуктивные  $x_{\omega}$  сопротивления стальных проводников при переменном токе (50 Гц), Ом/км

Размеры или диаметр сечения, мм	Сечение, мм <sup>2</sup>	$r_{\omega}$	$x_{\omega}$	$r_{\omega}$	$x_{\omega}$	$r_{\omega}$	$x_{\omega}$	$r_{\omega}$	
		при ожидаемой плотности тока в проводнике, А/мм <sup>2</sup>							
		0,5		1,0		1,5			
<b>Полоса прямоугольного сечения</b>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20 x 4	80	5,24	3,14	4,20	2,52	3,48	2,09	2,9	
30 x 4	120	3,66	2,20	2,91	1,75	2,38	1,43	2,0	
30 x 5	150	3,38	2,03	2,56	1,54	2,08	1,25	—	

40 x 4	160	2,80	1,68	2,24	1,34	1,81	1,09	1,5
50 x 4	200	2,28	1,37	1,79	1,07	1,45	0,87	1,2
50 x 5	250	2,10	1,26	1,60	0,96	1,28	0,77	—
60 x 5	300	1,77	1,06	1,34	0,8	1,08	0,65	—
<b>Проводник круглого сечения</b>								
5	19,63	17,0	10,2	14,4	8,65	12,4	7,45	10
6	28,27	13,7	8,20	11,2	6,70	9,4	5,65	8,
8	50,27	9,60	5,75	7,5	4,50	6,4	3,84	5,
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	78,54	7,20	4,32	5,4	3,24	4,2	2,52	—
12	113,1	5,60	3,36	4,0	2,40	—	—	—
14	150,9	4,55	2,73	3,2	1,92	—	—	—
я	201,1	3,72	2,23	2,7	1,60	—	—	—

Значения  $X_f$  и  $X_{нз}$  для медных и алюминиевых проводников сравнительно малы (менее  $0,0156 \text{ Ом/км}$ ), поэтому ими можно пренебречь. Для стальных проводников внутри труб индуктивные сопротивления оказываются достаточно большими, и их определяют с помощью таблиц, например табл. 2. В этом случае также необходимо знать профиль и сечение проводника, его длину и ожидаемое значение тока.

Значение  $X_{п}$ , Ом, может быть определено по известной из теоретических основ электротехники формуле для индуктивного сопротивления двухпроводной линии с круглого сечения одинакового диаметра  $d$ , м,

$$X_{п} = \omega \cdot L = \omega \cdot \frac{\mu_r \cdot \mu_0}{\pi} \cdot l \cdot \ln \frac{2 \cdot D}{d}$$

где  $\omega$  — угловая скорость, рад/с;  $L$  — индуктивность линии, Гн;  $\mu_r$  — относительная магнитная проницаемость среды;  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  — магнитная постоянная, Гн/м;  $l$  — длина линии, м;  $D$  — расстояние между проводами линии, м.

Для линии длиной **1 км**, проложенной в воздушной среде ( $\mu_r = 1$ ) при частоте  $f = 50 \text{ Гц}$  ( $\omega = 314 \text{ рад/с}$ ), формула принимает вид, Ом/км,  $f = 60 \text{ Гц}$  ( $\omega = 377 \text{ рад/с}$ )

$$X_{\pi} = 314 \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{\pi} \cdot 10^3 \cdot \ln \frac{2 \cdot D}{d} = 0,1256 \cdot \ln \frac{2 \cdot D}{d}$$

Из этого уравнения видно, что внешнее индуктивное сопротивление зависит от расстояния между проводами  $D$  и их диаметра  $d$ . Однако поскольку  $d$  изменяется в определенных пределах, влияние его также незначительно и, следовательно  $X_{\pi}$  зависит в основном от  $D$  (с увеличением расстояния растет сопротивление). Поэтому в целях уменьшения внешнего индуктивного сопротивления петли фаза — нуль **нулевые защитные проводники необходимо прокладывать совместно с фазными проводниками или в непосредственной близости от них.**

При малых значениях  $D$ , соизмеримых с диаметром проводов  $d$ , т. е. когда фазные и нулевые проводники расположены в непосредственной близости один от другого, значение  $X_{\pi}$  незначительно (не более 0,1 Ом/км) и им можно пренебречь.

В практических расчетах обычно принимают  $X_{\pi} = 0,6$  Ом/км, что соответствует расстоянию между проводами 70 — 100 см (примерно такие расстояния бывают на воздушных линиях электропередачи от нулевого провода до наиболее удаленного фазного).

## Приложение 8

Таблица. Вентиляция помещений для работы на ПЭВМ [108]

Объем помещения на одного работника, м <sup>3</sup> /чел.	Объем вентиляционного воздуха, м <sup>3</sup> /ч
До 20	Не меньше 30
20 – 40	Не меньше 20
Больше 40 м <sup>3</sup> /чел. при наличии окон и отсутствии выделения вредных веществ	Допускается только естественная вентиляция

## Приложение 9

Таблица. Характеристика материалов теплопоглощающих экранов [109, 110]

Материал	Степень черноты
Алюминий полированный	0,04 – 0,06
Железо листовое	0,23
Жесть белая	0,28
Стальной листовой прокат	0,56
Асбестовый картон	0,96
Кирпич огнеупорный	0,8 – 0,9
Кирпич шамотный	0,75
Стекло	0,91 – 0,94
Эмаль белая	0,9

### Приложение 10

Таблица. Значения коэффициентов отражения материалов [111]

Характер поверхности	Коэффициент отражения $\rho$
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	0,7
Чистый бетонный потолок, побеленные стены с окнами без штор	0,5
Бетонный потолок, бетонные стены, стены с окнами, стены со светлыми обоями	0,3
Темный потолок, темные стены, сплошное застекление без штор	0,1
Рабочие поверхности: светлые средние темные	Больше 0,4 0,2...0,4 Меньше 0,2
Пол	0,1

### Приложение 11

Таблица. Звукоизоляция некоторых материалов [113]

Материал	Масса 1 м <sup>2</sup> ,	Звуко-
----------	--------------------------	--------

	кг	изоляция, дБ
Фанера 3,2 мм	2,2–2,5	17–19
Фанера 6,42 мм	4,5	21
Дерево 5 см	27,5	18,5
Сталь листовая 0,7 мм	5,6	25
Сталь листовая 2 мм	15,7	33
Стекло 3–4 мм	8–10	28
Стекло 6 мм	16	31
Стеклопластик 11,5 мм	–	23
Войлок 15 мм	2,8	6
Картон 5 мм	3	16

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Конституция Донецкой Народной республики 14 мая 2014 года.

2. Закон Донецкой Народной Республики «Об охране труда» (Постановление № 1-118П-НС). Опубликовано 14.05.2015.
3. Малаян К.Р., Монашков В.В. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность и охрана труда. Методические указания для выполнения выпускной квалификационной работы. СПб. Издательство СПбГПУ. 2005. 41 с.
4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков ; под ред. С. В. Белова. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 606 с.
5. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении : учебник для вузов / В. Г. Еремин [и др.] ; отв. ред. В. Г. Еремин. – М. : Академия, 2008. – 384 с.
6. Безопасность производственных процессов на предприятиях машиностроения : учебник / Под общ. ред. Г. А. Харламова. – М. : Новое знание, 2006. – 461 с. : ил.
7. Безопасность производственных систем : учеб. пособие / Под общ. ред. Е. А. Резчикова, В. А. Голова. – М. : МГИУ, 2006. – 156 с.
8. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда) : учеб. пособие / П. П. Кукин [и др.] ; отв. ред. П. П. Кукин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2001. – 319 с. : ил.
9. Безопасность труда в машиностроении в вопросах и ответах : учеб. пособие / Под общ. ред. Г. А. Харламова. – М. : Машиностроение, 2004. – 192 с.
10. Сибикин, Ю. Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий / Ю. Д. Сибикин. – М. : Машиностроение, 2002. – 336 с.
11. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Гражданская оборона» для студентов заочной формы обучения / сост. Л. В. Дементий, А. Е. Поляков, А. А. Кузнецов – Краматорск : ДГМА, 2004. – 32 с.
12. Методические указания к выполнению раздела «Охрана окружающей среды» дипломного проекта (для студентов всех специальностей) / сост. Г. И. Чижиков. – Краматорск : КИИ, 1991. – 24 с.
13. Инженерная экология литейного производства : учеб. пособие / А. Н. Болдин [и др.] ; под общ. ред. А. Н. Болдин. – М. : Машиностроение, 2010. – 352 с. : ил. – ISBN 978-5-94275-523-2.
14. Безопасность производственных процессов : справочник / С. В. Белов, [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с. : ил.
15. Сперанский, Б. С. Охрана окружающей среды в литейном производстве / Б. С. Сперанский, Б. Ф. Туманский. – Киев ; Донецк : Вища шк. Головное издательство, 1985. – 80 с.

16. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1999. – 448 с. : ил. – ISBN 5-06-003605-7.
17. Практикум з охорони праці : навчальний посібник / В. Ц. Жидецький [та ін.]; за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. – ISBN 966-7760-09-X.
18. Юдамехин, М. Я. Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии / М. Я. Юдамехин. – М. : Металлургия, 1984. – 320 с.
19. Бринза, В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зинковский. – М. : Металлургия@\_\$, 1982. – 336 с.
20. Бабалов, А. Ф. Промышленная защита в металлургии / А. Ф. Бабалов. – М. : Металлургия, 1972. – 360 с.
21. Методические указания к выполнению раздела «Охрана окружающей среды» дипломного проекта (для студентов всех специальностей) / сост. Г. И. Чижиков. – Краматорск : КИИ, 1991. – 24 с.
22. Глиняная Н.М. Охрана труда в литейном производстве / Н.М. Глиняная, А.Н. Фесенко. – Краматорск: ДГМА, 2004. – 168 с.
23. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / под ред. Ю. М. Соломийцева. – М. : Высш. шк., 2002. – 310 с. – ISBN 5-06-004078-8.
24. Ефанов, П. Д. Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии : справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. М.: Металлургия, 1980. – 406 с. : ил.
25. Безопасность производственных процессов на предприятиях машиностроения : учебник / Под общ. ред. Г. А. Харламова. – М. : Новое знание, 2006. – 461 с.: ил.
26. Безопасность производственных систем : учеб. пособие / Под общ. ред. Е. А. Резчикова, В. А. Голова. – М. : МГИУ, 2006. – 156 с.
27. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда) : учеб. пособие / П. П. Кукин [и др.] ; отв. ред. П. П. Кукин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2001. – 319 с. : ил.
28. Безопасность труда в машиностроении в вопросах и ответах : учеб. пособие / Под общ. ред. Г. А. Харламова. – М. : Машиностроение, 2004. – 192 с.
29. Белявин, К. Е. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок : справ. пособие / К. Е. Белявин, Б. В. Кузнецов. – 2-е изд., стереотип. – Минск : Технопринт, 2004. – 186 с.
30. Васильев, П. П. Безопасность жизнедеятельности. Экология и охрана труда. Количественная оценка и примеры : учеб. пособие / П. П. Васильев. – М. : Юнити-Дана, 2003. – 188 с.
31. Еремин, В. Г. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении / В. Г. Еремин, В. В. Сафронов, Н. В. Схиртладзе. – М. : Машино-

- строение, 2000. – 392 с.
32. Карякин, Р. Н. Справочник по молниезащите / Р. Н. Карякин. – М. : Энергосервис, 2005. – 879 с.
33. Карякин, Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок : справочник / Р. Н. Карякин. – 2-е изд. – М. : Энергосервис, 2006. – 518 с.
34. Лазаренков, А. М. Охрана труда на предприятиях металлургического производства : учеб. пособие / А. М. Лазаренков. – Минск : Технопринт, 2002. – 264 с.
35. Методы и средства обеспечения безопасности труда в машиностроении : учебник для вузов / Под общ. ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2000. – 326 с. : ил.
36. Михнюк, Т. Ф. Охрана труда : учеб. пособие для вузов / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Минфина, 2009. – 345 с.
37. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М. : КноРус, 2009. – 280 с.
38. Охрана труда в машиностроении: Учебник для вузов / Под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1993. – 432 с.
39. Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении. – М.: Высш. шк., 1980. – 294 с.
40. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под ред. О.Н. Русака. – Л.: Машиностроени, Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с.
41. Безопасность производственных процессов: Справочник / С.В. Белов и др. - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
42. Волков Ю.Н. Безопасность производственных процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
43. Безопасность труда в промышленности: Справочник / К.Н. Ткачук и др. - К.: Техника , 1982. - 231 с.
44. Кукин П.П. Безопасность технических процессов и производств. Охрана труда / П.П. Кукин и др. - М.: Высш. шк., 2002. - 318 с.
45. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда / П.П. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л. и др. – М.: Высш. шк., 2001. – 431 с.
46. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Высш. шк., 2002. – 310 с.
47. Охрана труда: Учебник для студентов вузов / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Высш. шк., 1982. – 311 с.
48. Защитные устройства: Справ. пособие / Под ред. Б.Н. Злобинского. – М.: Металлургия, 1971. – 455 с.

49. Основы пожарной безопасности / М.В. Алексеев, П.Г. Демидов и др. – М.: Высш. шк., 1971. – 248 с.
50. Пожаробезопасность, взрывобезопасность: Справочник / Под ред. А.Н. Баранова. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
51. Шевырев В.Т. Средства и способы огнезащиты строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1973. – 47 с.
52. Общие правила техники безопасности и производственной санитарии для предприятий и организаций машиностроения. – М.: Машиностроение, 1960. – 58 с.
53. Методические указания по выполнению раздела “Охрана труда” в дипломных проектах (для студентов специальности 0510) / Сост.: Гридасов М.Д., Шейко В.И., Шульгин Е.П. – Краматорск: КИИ, 1990. - 35 с. 25
54. Электробезопасность в машиностроении / Б.А. Князевский, А.И.Ревякин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 240 с.
55. Методические указания по выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах (для студентов специальности 2103) / Сост.: Гридасов М.Д., Шейко В.И. –Краматорск: КИИ, 1990. - 11 с.
56. Навакатикян А.О. Охрана труда пользователей компьютерных видеодисплейных терминалов / А.О. Навакатикян, В.В. Кальниш, С.Н. Стрюков. – К.: Охрана труда, 1997. – 400 с.
57. Павленко А.Р. Компьютер TV и здоровье: решение проблемы. – К.: Основа, 1998. – 152 с. 27
58. Методические указания по выполнению раздела “Охрана труда и промэкология” в дипломных проектах студентов специальности “Компьютерные системы проектирования”/ Сост.: Чижиков Г.И., Чернышова Н.В. – Краматорск: КИИ, 1996. - 18 с.
59. Методичні вказівки з дисципліни “Охорона праці в галузі”. Оцінка умов праці при роботі на ПЕОМ / Сост.: Дементій Л.В., Мена-фова Ю.В. – Краматорськ: ДДМА, 2000. - 24 с.
60. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок. – М.: Энергоиздат, 1986. – 144 с.
61. Забарно Р.В. Электробезопасность на промышленных предприятиях: Справочник / Р.В. Забарно, А.Г. Степанов и др. – К.: Техника, 1985. – 288 с.
62. Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоиздат, 1977. – 320 с.
63. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. – Л.: Энерго-издат, 1991. – 480 с. 28.

64. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах (для студентов специальностей 11.06 и 12.03) / Сост. Чижигов Г.И., Шоно С.А. – Краматорск: КИИ, 1989. – 47 с.
65. Заборов В.И. Защита от шума и вибрации в черной металлургии / В.И. Заборов, Л.Н. Клячко, Г.С. Росин. – М.: Металлургия, 1976. – 248 с.
66. Методические указания по выполнению раздела «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах ( для студентов специальности 17.03) / Сост.: Гридасов М.Д., Чернышова Н.В. – Краматорск: КИИ, 1992. – 43с.
67. Методические указания по выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах ( для студентов специальности 12.05) / Сост.: Шоно С.А. –Краматорск:КИИ,1991.–15с.
68. Сапронов, Ю. Г. Безопасность жизнедеятельности: производственная безопасность и охрана труда на предприятиях автосервиса : учеб. пособие для вузов / Ю. Г. Сапронов. – М. : Академия, 2008. – 304 с.
69. Семич, В. П. Краткое пособие по организации охраны труда на предприятии : практ. пособие / В. П. Семич, А. В. Семич. – Минск : ЦОТЖ, 2002. – 154с.
70. Сибикин, Ю. Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий : учебник / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Академия, 2004. – 240 с.
71. Калягин, Ю.А. Тепловые процессы в кристаллизаторе машины непрерывного литья заготовок / Ю.А. Калягин, С.В. Сорокин, Н.И. Шесгаков. - Череповец: ЧТУ, 2004. - 293 с.
- Нормативная документация**
- 72.ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
73. ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
74. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
75. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
76. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
77. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
78. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
79. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

80. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.
81. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
82. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
83. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
84. СНиП 11 – 4 - 79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
85. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
86. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
87. СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.
88. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания.
89. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
90. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
91. ГОСТ 12.2.009 – 80 ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.
92. ГОСТ 12.3.005-75 ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности.
93. ДСанПіН 3.3.2–007–98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.
94. ДСанПіН 5.5.6-009-98. Влаштування та обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режим праці учнів на персональних комп'ютерах.
95. ДНАОП 0.001.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
96. ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
97. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
98. ГОСТ 12.2.020-76 ССБТ. Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка.

99. ДНАОП 0.00-1.10-98. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів.
101. ДНАОП 0.00-1.02-99. Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів.
102. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
103. ГОСТ 12.3.027-81 ССБТ. Работы литейные. Требования безопасности.
104. ПОТ Р О-14000-001-98 «Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения»

#### **Дополнительная литература**

105. Инженерная экология литейного производства : учеб. пособие / А. Н. Болдин [и др.] ; под общ. ред. А. Н. Болдин. – М. : Машиностроение, 2010. – 352 с. : ил. – ISBN 978-5-94275-523-2.
106. Безопасность производственных процессов : справочник / С. В. Белов, [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с. : ил.
107. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под ред. О.Н. Русака. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с.
108. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. - Львів: Афіша, 2000. – 176 с.
109. Безопасность труда в промышленности: Справочник / К.Н. Ткачук, П.Я. Галушко, Р.В. Сабарно и др. - К.: Техника, 1982. – 231 с. 45.
110. Средства защиты работающих, применяемые в электроустановках. – М.: Энергоиздат, 1981. – 112 с.
111. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 152 с.
112. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов / М.И. Гримитлин, О.Н. Тимофеева, В.М. Эльтерман и др. – М.: Машиностроение, 1978. – 272 с.
- 113/ Дементий Л.В., Юсина А.Л. Д 30. Охрана труда в автоматизированном производстве. Обеспечение безопасности труда – Краматорск: ДГМА, 2007. – 300 с. ISBN 978-966-379-163-0
114. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: Справочник / Под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.
115. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др.– М.: Энергоатомиздат, 1991.– 464 с.