

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

ОХРАНА ТРУДА

**Рекомендации по выполнению раздела
в дипломном проекте бакалавра**

**для студентов
технических специальностей**

Утверждено
на заседании
методического совета
Протокол № от

Краматорск
ДГМА
2012

Охрана труда : рекомендации по выполнению раздела в дипломном проекте бакалавра для студентов технических специальностей / сост.: Л. В. Дементий, А. Л. Юсина. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 176 с.

В данных методических рекомендациях приведены основные требования по содержанию и оформлению раздела «Охрана труда» дипломных проектов бакалавров для студентов технических специальностей, приведены рекомендации по проведению анализа опасных и вредных производственных факторов и обоснованию выбора основных направлений по обеспечению безопасных условий труда. В методических указаниях приведено большое количество справочного материала, который необходим студентам при выполнении данного раздела проекта. Для интенсификации работы в указаниях приведены примеры выполнения раздела для всех технических специальностей ДГМА.

Составители:

Л. В. Дементий, доц.;
А. Л. Юсина, доц.

Ответственный за выпуск

А. П. Авдеенко, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Рекомендации по выполнению раздела «Охрана труда».....	4
2	Классификация опасных и вредных производственных факторов.....	7
3	Характеристика опасных и вредных производственных факторов на предприятиях машиностроения.....	9
3.1	Литейное производство.....	10
3.2	Механические цеха.....	16
3.3	Сборочные цеха.....	22
3.4	Окрасочные работы.....	27
3.5	Металлургическое производство.....	31
3.6	Сварочные работы.....	40
3.7	Кузнечно-прессовые цеха.....	55
3.8	Работы с электрооборудованием.....	62
3.9	Подъемно-транспортные работы.....	71
3.10	Автоматизированные и роботизированные производства.....	80
3.11	Работа на ПЭВМ.....	85
4	Обоснование направлений обеспечения безопасных и комфортных условий труда.....	91
5	Примеры выполнения раздела в дипломном проекте бакалавра..	92
5.1	Специальности ЛП и ОЛП.....	92
5.2	Специальности ТМ и ИП.....	96
5.3	Специальность МС.....	102
5.4	Специальность МО.....	107
5.5	Специальности ОМД и МТО.....	113
5.6	Специальность СП.....	119
5.7	Специальности АПП и ПТМ.....	124
5.8	Специальность ЭСА.....	130
5.9	Специальности ИТ и ИСПР.....	136
	Литература.....	143
	Приложение А. Варианты заданий для студентов ИТ и ИСПР.....	147
	Приложение Б. Перечень нормативно-технической документации.....	148
	Приложение В. Требования к воздуху рабочей зоны.....	156
	Приложение Г. Требования к производственному освещению.....	159
	Приложение Д. Требования к производственному шуму.....	161
	Приложение Е. Требования к производственной вибрации.....	162
	Приложение Ж. Требования к излучениям.....	164
	Приложение К. Требования безопасности при работе на ПЭВМ.....	165
	Приложение Л. Требования к электробезопасности.....	167
	Приложение М. Требования к пожарной безопасности.....	169
	Приложение Н. Требования безопасности к процессам.....	171
	Приложение П. Методика количественной оценки условий труда.....	172

1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «ОХРАНА ТРУДА»

Дипломное проектирование бакалавров способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами по изученным дисциплинам, и применению этих знаний для комплексного решения конкретной инженерной задачи.

При работе над проектом студент должен научиться пользоваться справочной литературой, типовыми проектами, нормативно-правовыми актами и другой технической документацией. Выполненный студентом дипломный проект бакалавра может быть доработан в дипломном проекте специалиста или в выпускной работе магистра.

Выполнение раздела «Охрана труда» является завершающим этапом изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». В дипломной работе он расположен после специальной и организационно-экономической частей. Объем раздела и его содержание обсуждается с консультантом по разделу. В общем случае раздел должен составлять 5-7 страниц.

Оформление раздела выполняется в соответствии с требованиями ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

В разделе «Охрана труда» технологических проектов (**специальности ЛП, ТМ, ИП, ОМД, МТО, СП**) необходимо:

- провести анализ условий труда на проектируемом объекте (предприятие, цех, участок);
- охарактеризовать возможные потенциальные опасности – оборудование, станки, аппараты, устройства, транспортные средства и т.д.;
- охарактеризовать возможные потенциальные вредности – вещества и материалы, которые применяются на производстве, шум, вибрация, излучение и т.п.;
- установить причины возможных аварий, пожаров, взрывов, несчастных случаев, профессиональных заболеваний;
- обосновать выбор мероприятий и средств по обеспечению безопасных условий труда, по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации работы, эргономики.

При проектировании нового оборудования или модернизации действующего в разделе необходимо (**специальности МС, МО, ПТМ, ОЛП, ЭСА, МТО, ОМД**):

- проанализировать преимущества проектируемого объекта с точки зрения охраны труда;
- провести сравнительный анализ оборудования с точки зрения техники безопасности, эргономики, технической эстетики –

- 1) удобство и безопасность при эксплуатации, ремонте, отладке, монтаже, демонтаже оборудования;
- 2) уменьшение трудоемкости выполнения технологических операций на основе физиологической оценки движений работника во время работы;
- 3) эргономическая разработка органов управления;
- 4) применение надежных предупредительных и блокировочных приспособлений, тормозных устройств, систем сигнализации, защитных ограждений;
- 5) снижение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- 6) уменьшение металло и энергоемкости оборудования;
- 7) снижение уровней шума и вибрации;
- 8) улучшение внешнего вида оборудования и др.

- провести анализ опасных и вредных производственных факторов, проявляющихся во время эксплуатации оборудования. Оценить степень влияния каждого фактора на работника;

- охарактеризовать причины возможных аварий, пожаров, несчастных случаев и профессиональных заболеваний;

- обосновать выбор мероприятий и средств по обеспечению безопасных условий труда, по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации работы, эргономики.

В проектах автоматизации технологических процессов и производств (специальности **АПП, ЭСА, МО**) необходимо:

- проанализировать необходимость автоматизации проектируемого объекта с точки зрения охраны труда;

- проанализировать преимущества проектируемой системы управления с точки зрения охраны труда (улучшение условий труда, изменение содержания работы, снижение тяжести и напряженности труда и другое);

- провести анализ опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических), проявляющихся при работе системы управления. Оценить степень влияния каждого фактора на работника;

- охарактеризовать причины возможных аварий, пожаров, несчастных случаев и профессиональных заболеваний;

- обосновать выбор мероприятий и средств по обеспечению безопасных условий труда, по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации работы, эргономики.

В проектах автоматизации процессов обработки данных (специальности **ИТ, ИСПР, АПП**) необходимо:

- провести анализ опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических), проявляющихся при работе на ПЭВМ;
- проанализировать (на основе данных из литературных источников) возможные нарушения здоровья пользователей ПЭВМ:
- описать условия труда на конкретном рабочем месте в соответствии с вариантом задания (приложение А);
- провести количественную оценку условий труда на рабочем месте (методика оценки приведена в разделе 5.10 [15, 44]);
- обосновать выбор мероприятий и средств по обеспечению безопасных условий труда, по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации работы, эргономики.

Правильно проведенный анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет надлежащим образом обосновать выбор мероприятий и средств по их недопущению, как в конструктивно-техническом, так и организационном плане. Для качественного проведения анализа производственных факторов рекомендуется использовать классификацию факторов, которая приведена в разделе 2. Характеристика опасных и вредных производственных факторов на основных производствах машиностроительных предприятий приведена в разделе 3. При анализе производственных факторов необходимо указывать количественные характеристики каждого фактора и проводить сравнение с нормативно допустимыми значениями с обязательным указанием нормативно-правовых актов. Общая схема проведения анализа производственных факторов приведена в разделе 3. В приложении Б приведен перечень всех необходимых нормативно-правовых актов. В приложениях В–Л приведены нормативные значения производственных факторов. Общая схема проведения обоснования выбора мероприятий и средств по обеспечению безопасных условий труда представлена в разделе 4. В разделе 5 приведены примеры выполнения раздела «Охрана труда» для дипломных проектов различного профиля.

При выполнении раздела необходимо строго придерживаться требований нормативно-правовых актов по вопросам охраны труда. Список использованной литературы приводится в общем списке в зависимости от построения записки в целом. При защите дипломного проекта необходимо осветить основные, принципиальные вопросы по охране труда, разработанные в проекте, а именно обоснование выбора мероприятий по обеспечению безопасных и комфортных условий труда.

2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Производственные факторы по характеру влияния на человека можно разделить на вредные и опасные факторы.

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. **Вредный** производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию.

Рассмотрим классификацию опасных и вредных производственных факторов (ОиВПФ) в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Физические опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрывающиеся горные породы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенный уровень инфразвуковых колебаний;
- повышенный уровень ультразвука;
- повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная напряженность магнитного поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- пониженная контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенная пульсация светового потока;

- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются по характеру воздействия на организм человека и по пути проникания в организм человека.

Химические факторы по характеру воздействия на организм человека подразделяются на:

- токсические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

Химические факторы могут проникать в организм человека через:

- органы дыхания;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, простейшие и другие), а также продукты их жизнедеятельности;
- макроорганизмы, оказывающие негативное влияние на человека.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки подразделяются на:

- статические;
- динамические.

Нервно-психические перегрузки подразделяются на:

- умственное перенапряжение;
- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки.

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным выше перечисленным группам. Кроме того, характер влияния фактора на человека зависит от количественной оценки данного фактора (например, концентрация вредного вещества или уровень шума). Поэтому практически каждый фактор может быть вредным или опасным.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Характеристика опасных и вредных производственных факторов на основных производствах машиностроительных предприятий достаточно хорошо освещена в литературных источниках:

- литейное производство – [2; 5; 9; 11; 12; 17; 18; 21–23; 25; 26; 52; 54; 55; 58; 62; 65];
- кузнечно-прессовое производство – [2; 9; 22–26; 34; 36; 38; 40; 52; 55];
- прокатное производство – [8; 33; 41; 43; 59; 61];
- термическая обработка материалов – [2; 8; 25; 33; 55];
- механическая обработка материалов резанием – [2; 6; 7; 14; 28; 35; 42; 46; 55];
- сварочные работы – [2; 48; 49; 55; 60];
- подъемно-транспортные работы – [2; 4; 27; 28; 29; 31–33; 37; 53; 56; 57; 63];
- энергетические объекты – [2; 33];
- электротехнические объекты – [3; 10; 13; 16; 30; 44; 45; 50; 51; 64];
- автоматизация процессов и производств – [2; 15; 44; 55];
- автоматизация процессов обработки данных – [1; 15; 20; 44; 47].

Анализ опасных и вредных производственных факторов необходимо проводить по следующей схеме:

- название производственного фактора и количественная его оценка в физических единицах;
- сравнение фактического значения фактора с предельно допустимым значением, которое выбирается из соответствующего нормативно-правового акта (приложения В–Н);
- оценка продолжительности влияния фактора на работника;
- вероятность действия (проявления) той или другой опасности (вредности), анализ факторов, которые влияют на значение этой вероятности;
- характер влияния данного фактора на человека [1; 3; 19; 55]

Примеры проведения анализа опасных и вредных производственных факторов приведены в разделе 5.

Рассмотрим характеристики опасных и вредных производственных факторов на некоторых производствах машиностроительных предприятий.

3.1 Литейное производство

В литейных цехах основными опасными и вредными производственными факторами являются: пыль, пары и газы, избыточная теплота, повышенный уровень шума, вибраций электромагнитных излучений, движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования и другие [2; 11–12; 55]. Перечень возможных опасных и вредных производственных факторов в различных цехах литейного производства приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Наиболее характерные опасные производственные факторы в литейном производстве

Наименование процесса	Характеристика опасности				
	Расплавленный металл	Брызги жидкого металла	Высокое электрическое напряжение	Подвижные части оборудования	Взрыво- и пожаро-опасные вещества
Подготовка шихты и добавок			+	+	+
Плавка металла	+	+	+	+	+
Разливка металла	+	+	+	+	+
Смесеприготовительные работы			+	+	+
Формовочные работы			+	+	+
Выбивка отливок			+	+	
Обрубка, обрезка, удаление каркасов			+	+	
Обдирка и зачистка отливок			+	+	
Окраска отливок			+	+	+

Таблица 3.2 – Наиболее характерные вредные производственные факторы в литейном производстве

Наименование процесса	Характеристика вредности						
	Токсичные вещества	Запыленность	Тепловое излучение	Электромагнитные поля	Шум	Ультразвук	Вибрация
Подготовка шихты и добавок	+	+			+		+
Плавка металла	+	+	+	+	+	+	
Разливка металла	+	+	+		+		
Смесеприготовительные работы	+	+			+	+	+
Формовочные работы	+	+	+	+	+	+	+
Выбивка отливок	+	+	+		+	+	+
Обрубка, обрезка, удаление каркасов	+	+	+		+		+
Обдирка и зачистка отливок	+	+	+		+	+	+
Окраска отливок	+		+		+		

Пыль литейных цехов мелкодисперсная, содержащая более 90% двуокиси кремния. При плавке легированных сталей и цветных металлов в воздух могут выделяться аэрозоли конденсации оксидов марганца, цинка, ванадия, никеля и многих других металлов и их соединений. Основными источниками выделения пыли, в литейных цехах являются чугунно- и сталеплавильные агрегаты, оборудование для приготовления формовочной смеси, сушильные барабаны и др. Литейный цех с годовым выпуском 100 тыс. т литья, оборудованный пылеуловителями с эффективностью очистки 0,70-0,80 выбрасывает в окружающий воздушный бассейн до 1000 т пыли на год.

К газам и парам относятся акролеин, ацетон, ацетилен, бензол, оксид азота, оксиды углерода, диоксид серы, уротропин, углекислый газ, фенол, формальдегид, хлор, этиловый спирт и др. Источниками выделения окиси углерода являются плавильные агрегаты, залитые формы в процессе остывания, сушильные печи, агрегаты поверхностной подсушки форм и др.

Данные по видам и количеству загрязнителей окружающей среды представлены в таблицах 3.3 – 3.6.

Избыточное выделение тепла осуществляется основным технологическим оборудованием – плавильными агрегатами и составляет от 14 до 62% от общего расхода тепла на расплавление металла, при расплавке металла составляет около 3000 МДж на тонну металла. Интенсивность теплового потока на ряде рабочих мест достигает высоких значений – таблица 3.7.

Таблица 3.3 – Общая характеристика выбросов от вагранок

Производительность вагранки, т/ч	Показатели					
	Диаметр шахты вагранки, мм	Объем выбрасываемых газов, тыс. м ³ /ч	Среднее количество вредных веществ, кг/ч			
			Пыль	СО	SO ₂	NO _x
2	600	2,3	23	130	3	0,10
3	700	3,2	30	190	5	0,15
4	800	4,1	40	300	6	0,25
5	900	5,4	55	370	8	0,30
7	1100	7,8	80	500	11	0,45
10	1300	11,0	100	700	13	0,80
15	1500	14,5	140	920	17	1,20
20	1800	20,5	200	1100	30	1,80
25	2100	27,0	200	1500	32	2,20

Таблица 3.4 – Количество СО, выделяющейся при заливке форм

Масса отливки, кг	СО, г/т	Масса отливки, кг	СО, г/т
0,2	1000	5	550
0,5	850	10	500
1,0	800	20	400
2,0	650		

Таблица 3.5 – Выделение вредных веществ при сушке форм и стрижней

Тип оборудования	Выделение веществ, кг/т						
	СО	NO	SO ₂	HF	Формальдегид	CH ₄	Акролеин
Горизонтальные конвейерные сушила	0,511	0,253	0,140	–	0,080	0,031	0,086
Конвейерные сушила	0,4	0,013	–	0,017	–	–	–
Вертикальные сушила	0,119	0,032	0,097	0,016	–	–	–
Камерные сушила	0,055-0,070	0,012	0,102	–	–	0,033	–

Таблица 3.6 – Выделение вредных веществ при выбивке форм и строжней

Оборудование	Выделение веществ, кг/т				
	Пыль	СО	SO ₂	NO _x	NH ₃
Подвесные вибраторы при высоте опоки над решеткой не меньше 1 м	9,97	1,2	0,04	0,2	0,4
Решетки выбивные эксцентрикковые производительностью до 2,5 т/ч	4,8	1,0	0,03	0,2	0,3
Решетки выбивные инерционные грузоподъемностью, т/ч до:					
10	7,9	1,1	0,03	0,2	0,4
20	10,2	1,2	0,04	0,3	0,6
30	22,3	1,2	0,04	0,3	0,6

Таблица 3.7 – Количество теплоты, выделяемой на различных участках литейных цехов, МДж на 1 т заливаемого металла

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

Источниками общей вибраций в литейных цехах являются ударные действия выбивных решеток, пневматические формовочные, центробежные и другие машины, приводящие к сотрясению пола и других конструктивных элементов здания, а источниками локальной вибрации – пневматические рубильные молотки, трамбовки и т.д.

Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, зачистки, обрубки и некоторых других. Уровни звуковой мощности оборудования литейных цехов приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Уровни звуковой мощности оборудования литейных цехов, дБ

Оборудование	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Электродпечь ДС-2	100	99	98	100	102	101	95	88	107
Электродпечь ДС-3	107	105	107	106	101	100	97	88	111
Электродпечь ДС-5	109	111	109	110	110	97	91	85	113
Бегуны размывающие	100	103	102	97	90	88	85	79	98
Бегуны смесительные	106	104	104	113	99	95	86	79	104
Ленточный конвейер	105	106	107	99	96	92	89	85	103
Формовочная машина 266	110	109	103	110	111	105	104	102	117
Формовочная машина 234 (234М)	113	110	113	114	112	109	107	100	119
Шаровая мельница типа СМ-15	101	103	104	107	110	109	104	95	117
Шаровая мельница типа СМ-174	99	115	117	123	123	121	117	107	127
Очистной барабан	101	105	107	113	116	113	106	96	119
Пескомет модели 296М	104	110	113	105	100	96	94	91	108
Вибрационное плоское сито	107	111	108	104	101	104	98	94	110
Грамбовка ГР-1	88	91	93	96	90	93	86	77	97
Пневматическая выбивная решетка	108	115	115	113	112	113	106	96	115
Инерционная решетка ИР-410	111	113	113	119	117	115	110	101	121

Ультразвук применяется для обработки жидких расплавов, очистки отливок, а также в установках и системах очистки газов. Для этого используют генераторы с диапазоном частот 18–22 кГц.

Электромагнитные поля генерируются электротермическими установками для плавки и нагрева металла, сушки форм и стержней и др.

Источники ионизирующих излучений применяют для плавки, выявления дефектов в отливках, контроле и автоматизации технологических процессов и др.

Основными источниками опасности поражения электрическим током являются электропечи, машины и механизмы с электроприводом. Применяемое электрооборудование в основном работает под напряжением до 1000 В, при использовании электротермических установок – выше 1000 В. Анализ воздействия электрического тока на человека приведен в разделе 3.8.

Литейные цеха оснащены транспортными и грузоподъемными механизмами; машинами для приготовления формовочных и стержневых смесей и составов, форм и стержней; устройствами для выбивки отливок; разнообразными механизмами для финишных операций и др. Выполнение любой из операций на указанном оборудовании связано с опасностью травмирования обслуживающего персонала из-за наличия опасных зон в машинах и механизмах.

Литейные цеха характеризуются повышенной пожарной и взрывной опасностью. Перечень основных источников представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Источники пожарной и взрывной опасности литейных цехов

Отделение, участок	Материалы, представляющие пожарную и взрывную опасность
Модельный, шихтовой участки	Дерево, уголь, кокс, каучук, целлулоид и др.
Формовочное и стержневое отделение	Горючие жидкости с температурой вспышки больше 45° (смазка, нефть, масла и др.)
	Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости (ацетон, бензин, бензол, керосин, лаки), твердые горючие материалы (битум)
Участок сушки форм и стержней	Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости (ацетон, бензин, бензол, керосин, лаки), твердые горючие материалы (битум), угольный пыль
Плавильный участок	Твердые горючие материалы, в том числе металлы
Все отделения	Электрооборудование

Особенности пожарной опасности литейных цехов подробно рассмотрены в литературе [11; 12; 26].

3.2 Механические цеха

При холодной обработке металлов на человека действует целый комплекс опасных и вредных производственных факторов [2; 14; 42].

Перечень возможных опасных и вредных производственных факторов при работе на различных металлообрабатывающих станках приведен в таблицах 3.10 и 3.11.

К опасным физическим факторам относятся:

- движущиеся и вращающиеся части станков, изделия и заготовки;
- режущий инструмент;
- стружка и осколки инструментов;
- нагретые поверхности оборудования, инструмента, заготовок;
- высокое напряжение в силовой электрической сети и статическое электричество;
- подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы
- возможность возникновения пожаров.

Таблица 3.10 – Наиболее характерные опасные производственные факторы в механических цехах

Характеристика опасности	Тип станка				
	Токарный	Свер- лильный	Расто- чной	Шлифовальный	Фрезер- ный
Движущиеся и вращающиеся части	+	+	+	+	+
Деталь	+			+	
Стружка	+	+	+		+
Режущий инструмент		+	+	+	+
Электрический ток	+	+	+	+	+
Нагретые поверхности	+	+		+	+
Острые кромки	+	+			
Возгорание	+	+	+	+	+

Вредными физическими факторами являются:

- высокие влажность и скорость движения воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура;
- нетоксичная пыль;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- повышенное содержание пыли в воздухе рабочей зоны;
- недостаточная освещенность, повышенная яркость света и пульсация светового потока.

Таблица 3.11 – Наиболее характерные вредные производственные факторы в механических цехах

Характеристика вредности	Тип станка				
	Токарный	Сверлильный	Расточной	Шлифовальный	Фрезерный
Шум	+	+	+	+	+
Вибрация	+	+		+	+
Инфразвук	+				
Ультразвук				+	+
Вредные вещества	+			+	+
Психофизиологические факторы	+				+

К химическим факторам относятся токсичные пыли, вредные пары и газы, аэрозоли, агрессивные жидкости (кислоты, щелочи).

К биологическим факторам относятся микроорганизмы, находящиеся в отработанной СОЖ.

К психофизиологическим факторам процессов обработки материалов резанием относятся:

- физические перегрузки при установке, закреплении и снятии крупногабаритных изделий;
- перенапряжение зрения;
- статические нагрузки;
- монотонность труда.

К наиболее важным факторам можно отнести: режущие инструменты (фрезы, дисковые пилы, абразивные круги), приводные и передаточные механизмы, сливную (ленточную) стружку, отлетающую стружку, пыль.

При обработке хрупких материалов (чугуна, латуни, бронзы, графита, карболита, текстолита и др.) на высоких скоростях резания стружка от станка разлетается на значительное расстояние (3–5 м). Металлическая стружка, особенно при точении вязких металлов (сталей), имеющая высокую температуру (400–600°С) и большую кинетическую энергию, представляет серьезную опасность не только для работающего на станке, но и для лиц, находящихся рядом. Наиболее распространенными у станочников являются травмы глаз. Так, при токарной обработке от общего числа производственных травм повреждение глаз превысило 50 %, при фрезировании 10 % и около 8 % при заточке инструмента и шлифовании. Глаза повреждались отлетающей стружкой, пылевыми частицами обрабатываемого материала, осколками режущего инструмента и частицами абразива.

Случаи механического травмирования при работе на фрезерных станках распределяются следующим образом в %:

- травмирование пальцев или кисти рук вследствие захвата вращающимся инструментом – 70;
- травмирование глаз отлетающей стружкой – 15;

- травмирование рук или ног при наладке станка, установке и снятии обрабатываемой детали, креплении и снятии инструмента – 8;
- травмирование тела работающего деталью, вырвавшейся из крепления при обработке – 3;
- травмирование пальцев рук при уборке стружки – 3;
- прочие случаи травмирования – 1.

Одним из вредных производственных факторов является пыль. Основным источником образования пыли в механических цехах служат шлифовально-заточные операции. В процессе шлифования в воздух выделяется высокодисперсная пыль (0,5–3 мкм), в состав которой, кроме частиц металла, входят частицы абразивного (электрокорунд и карбид кремния) и связывающего материала (керамическая, силикатная, магнезиальная и другие связки). Концентрация пыли достигает наибольшей величины при внутреннем шлифовании без вентиляции (28–153 мг/м³), при сухом шлифовании с отсосом – запыленность составляет 20 мг/м³ и более. Влажное шлифование без вентиляции также не обеспечивает полного обеспыливания (средняя концентрация пыли – 6–7 мг/м³). Кроме того, образуется масляная аэрозоль с концентрацией 15–20 мг/м³.

При точении латуни и бронзы количество пыли в воздухе помещения относительно невелико (14,5–20 мг/м³). Однако, пыль, образующаяся при точении этих сплавов, токсична (содержат примеси свинца),

При обработке резанием полимерных материалов происходят механические и физико-химические изменения их структуры, и в воздух рабочей зоны поступает сложная смесь паров, газов и аэрозолей. Летучие продукты, образующиеся при тепловом разложении ряда пластмасс, могут вызывать изменения центральной нервной и сосудистой систем, кроветворных и внутренних органов, а также кожно-трофические нарушения. Аэрозоли нефтяных масел, входящих в состав СОЖ, могут вызывать раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, способствовать снижению иммунобиологической реактивности.

Длительное вдыхание пыли в производственных условиях может привести к развитию пылевых заболеваний бронхолегочного аппарата – пневмокониозов и хронического пылевого бронхита. Чрезвычайно опасно вдыхание пыли, газов, тумана бериллия и его соединений, приводящее к заболеванию бериллиоз.

У рабочих станочников могут возникать ряд заболеваний кожи (дерматозы) от воздействия смазочных и охлаждающих масел и эмульсий, соединений хрома, никеля, кобальта, пластических масс, стекловолоконных пластиков и др. Наиболее распространены аллергические дерматиты и экземы. Смазочно-охлаждающие вещества могут приносить организму вред при частом попадании масла на открытые участки кожи, при длительной работе в одежде, пропитанной маслом, при вдыхании масляного тумана. Систематический контакт с маслом может вызывать острые и хронические заболевания кожи, в частности заболевание известное под названием масляных угрей.

У рабочих-станочников в результате длительного стояния развивается выраженное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными или трофическими расстройствами. Рабочие на конвейере, шлифовальщики подвержены заболеваниям периферических нервов и мышц. К возникновению этих заболеваний приводят систематическое длительное статическое напряжение мышц, однотипные движения, выполняемые в быстром темпе, давление на нервные стволы и их микротравматизация.

Данные по содержанию пыли в воздухе рабочей зоны при механической обработке материалов приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Содержание пыли в воздухе рабочей зоны при механической обработке материалов

Обрабатываемый материал, характер обработки	Режущий инструмент	Режим резания: v, м/мин.; s, мм/об.; t, мм	Содержание пыли, мг/м ³
Латунь ЛС 59-1 / точение	Резец упорный, проходной	v= 200–250 м/мин.; s=0,2–0,3 см; t=2–3 мм	14,5
Бронза ОЦС 6-6-3 / точение	Резец проходной	v= 208 м/мин.; s=0,4 см; t=3 мм	20
Серый чугун СЧ 32 / точение	Резец проходной и проточной	v= 80–120 м/мин.; s=0,4–0,6 см; t=2–6 мм	14,5– 160
Серый чугун СЧ 32 / фрезерование	Торцевая фреза	v= 80–100 м/мин.; s=30–60 см; t=4–6 мм	120–12
Серый чугун СЧ 32 / сверление	Спиральные сверла	v= 20,8 м/мин.; s=0,15 см.	10–12
Текстолит / точение	Резец упорный, проходной	v= 20–150 м/мин.; s=0,4–0,6 см; t=2–5 мм	42–103
Текстолит / фрезерование	Торцевая фреза	v= 100–120 м/мин.; s=ручная; t=2–6 мм	176–238
Текстолит / зубонарезание	Червячная фреза	–	40–80
Графит / точение	Резец проходной отогнутый	v= 80–120 м/мин.; s=0,3 см; t=1,5–2 мм	800–1000
Медь и слюда / точение коллекторов	Специальный многолезвийный резец	v= 200–300 м/мин.; s=0,1–0,2 см; t=0,1–2 мм	113–193

Спектры шума большинства металлорежущих станков имеют средний и высокочастотный характер. Общие уровни звукового давления находятся в пределах от 85 до 100 дБ (таблица 3.13). Наиболее высокие уровни зарегистрированы у крупногабаритных токарных, револьверных, фрезерных и шлифовальных станках.

Таблица 3.13 – Уровни звуковой мощности оборудования механических цехов, дБ

Оборудование	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Токарный станок	78±4	90±5	84±4	85±5	85±6	94±5	80±5	80±5	90
Токарный автомат	82±3	88±3	85±3	87±3	87±3	86±3	86±4	84±4	92
Строгальные и расточные станки	74±3	80±2	82±3	80±3	79±3	82±3	78±3	73±3	84
Дробильные станки	75±3	78±2	79±2	80±2	79±2	77±2	72±3	63±3	84
Шлифовальные станки	84±4	85±4	87±5	94±1	97±0	94±1	88±4	86±4	102
Заточные станки	78±4	85±2	85±2	84±3	85±3	81±1	81±3	80±3	90
Координатно-расточные станки	66±1	66±2	71±2	75±2	74±3	71±2	64±2	57±2	79
Карусельные станки	87±3	90±3	93±3	89±5	90±3	90±3	87±3	80±3	95
Сверлильные станки	81±3	82±3	83±7	86±3	85±4	84±3	90±3	84±4	90

3.3 Сборочные цеха

Наличие опасных и вредных производственных факторов при сборке определяется видом соединений и применяемого оборудования, номенклатурой изделий и сборочных единиц, их размерами и массой, серийностью производства, организационной формой сборки (стационарная, поточная), степенью механизации процесса и т. д. [2; 14; 55].

В таблице 3.14 приведен перечень производственных факторов, характерных для процесса сборки. Анализ таблицы показывает, что из физических факторов наибольшее значение имеют локальная вибрация и шум, создаваемые ручным механизированным инструментом, клепальными машинами, испытательными стендами, пневматическими устройствами, вибробункерами сборочных машин и т. д.

В сборочном процессе при промывке и обезжиривании деталей, сварке и пайке используется низкочастотный ультразвук (16—44 кГц) высокой интенсивности до 6–7 Вт/см², а при контроле сборочных соединений – высокочастотный (более 80 кГц). Наиболее опасен контактный ультразвук при передаче через жидкости или твердые материалы. Даже кратковременное и периодическое контактное воздействие ультразвука (например, при удержании в ультразвуковой ванне деталей) может приводить к нарушению подвижности пальцев, кистей, предплечий.

Неправильное обращение с органическими растворителями (бензином, керосином), ароматическими углеводородами (бензолом, толуолом, ксилолом), синтетическими моющими средствами и поверхностно-активными веществами для очистки сборочных единиц, хромсодержащими притирочными и полировальными пастами, свинцовыми припоями, различными герметиками и клеями создает опасность отравлений.

Наличие металлической пыли и абразивной пыли в воздухе рабочей зоны сборочного цеха может привести к заболеванию слесарей-сборщиков пневмокониозом, хроническим пылевым бронхитом, бронхиальной астмой.

Использование при сборке легковоспламеняющихся и горючих веществ в виде, например, смеси ацетона, спирта или бензина с сухим льдом, аэрозолей и пыли, с одной стороны, и источников тока с возможностью искрения или короткого замыкания – с другой, создает опасность возникновения пожаров и взрывов. Возможными причинами пожаров и взрывов, кроме неисправности электросети, могут быть: на шлифовально-полировальных участках наличие органической пыли и искрение шлифовальных кругов; на участках обезжиривания – ручная протирка изделий бензином, при этом воспламенение может произойти в результате трения; на участках пайки и сварки – использование источников открытого огня; источники нагрева деталей при горячих посадках. Возможно самовоспламенение промасленных органических материалов, одежды, ветоши. При размещении сосудов с газообразными или жидкими химическими веществами на прямом солнечном свете или около источников тепла может произойти пожар или взрыв.

Таблица 3.14 – Характеристика производственных факторов при сборочных работах

Операции	Опасные и вредные факторы									
	Повышенный уровень шума и вибрации	Опасный уровень напряжения	Несоответствующие температуры поверхностей	Повышенный уровень ультразвука	Излучения	Подвижные части	Острые кромки, неровные поверхности	Прочие факторы	Взрывоопасность	Пожароопасность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пригоночные работы при сборке:										
– сверление, зенкерование, развертывание	+	+	+			+	+	Запыленность, физические перегрузки		
– шлифование и полирование круглыми абразивными лентами	+	+	+			+	+	Запыленность. Пары и пыли окиси хрома. Пары скипидара		+
– шабрение	+	+	+			+	+	Запыленность. Пары керосина.		+
– обрубка	+					+	+	Запыленность.		
– опилование и зачистка	+						+	Запыленность.		
– гибка	+						+			

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
– правка листовых и маложестких деталей	+		+			+	+			
– притирка			+			+	+	Загазованность растворителями, скипидаром, кислотами. Пары и пыли, содержащие соединения хрома, железа. Монотонность труда.		
Очистка и промывка деталей:										
– гидropескоструйная обработка	+	+	+			+	+	Растворы гидрата натрия и окиси хрома		
– дробеструйная обработка	+	+				+	+	Запылённость		
Обезжиривание:										
– органическими растворителями			+				+	Повышенная загазованность парами растворителей		
– электрохимическое		+	+				+	Загазованность парами щелочей, брызги щелочей		
– щелочными растворителями			+				+	Загазованность парами каустической соды		

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
– удаление загрязнений с помощью ультразвука		+		+	+		+	Брызги щелочных растворов		
– химическое травление			+	+			+	Загазованность окислами азота, парами кислот		
– обдувка струей сжатого воздуха	+		+				+		+	
Сборка подвижных и неподвижных разъемных соединений:										
– сборка резьбовых соединений	+	+					+	Физическая нагрузка. Монотонность труда		
– сборка цилиндрических и конических соединений	+		+				+	Загазованность растворителями. Пары и пыли окислов хрома, карбида кремния	+	+
– сборка шпоночных соединений	+						+	Физическая нагрузка		
– сборка шлицевых соединений	+		+				+	Пары смазки. Физическая нагрузка		+
– сборка соединений с упругими деталями	+						+			
– сборка на гидропрессах	+	+					+	Пары и брызги минеральных масел		+
– сборка клеезаклёпочных соединений	+	+	+				+	Загазованность парами растворителей	+	+

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
– с термовоздействи- ем: а) сборка с нагревом	+	+	+			+	+	+	Пары масла		+
б) сборка с охлажде- нием	+	+	+				+	+	Жидкий азот, твёрдая углекислота. Загазованность	+	+
– сборка заклёпочных соединений: а) холодная клёпка	+	+					+	+	Физическая нагрузка Монотонность труда		
б) горячая клёпка	+	+	+				+	+	Монотонность труда		
– сборка соединений, получаемых методом вальцевания и гибки	+		+				+	+	Физическая нагрузка		
Клеймение и маркировка сборочных единиц:											
– механическое	+					+	+	+			
– химическое								+	Пары кислот, ацетона, солей висмута, никеля и серебра	+	+
– электрическое		+						+			
Заправка сборочных еди- ниц смазочными мате- риалами			+					+	Пары и капли масла, смазочных материалов	+	+

В сборочных цехах существует опасность поражения электрическим током, так как здесь эксплуатируется оборудование, использующее электрический ток высокой и промышленной частоты напряжением до 660 В, например, установки индукционного нагрева деталей, электродвигатели, токоведущие шины, рубильники, светильники, вентиляторы. Кроме этого, опасными факторами в сборочных цехах являются отлетающие частицы абразивов, металлические осколки и пыль, вращающиеся детали ручного механизированного инструмента, нагретые (от 60 до 400°С) или сильно охлажденные (от - 78 до - 196°С) поверхности оборудования.

Применение поточно-конвейерных методов на сборке, чрезмерное дробление трудового процесса, увеличение однообразных движений у слесарей-сборщиков вызывает состояние монотонности, что приводит к отрицательным физиологическим, психологическим и социальным последствиям. Среди них снижение функциональных возможностей организма, интереса к работе, сонливость.

3.4 Окрасочные работы

Вредные и опасные производственные факторы, характерные для процесса окраски изделий, обусловлены применением токсичных лакокрасочных материалов, образованием в воздухе рабочей зоны лакокрасочных аэрозолей (пыли и тумана) и выделение паров растворителей при подготовке красок, нанесении и сушке покрытий [2, 14, 55]. Примерный перечень производственных факторов приведен в таблице 3.15. Лакокрасочные материалы представляют собой смесь пленкообразующих веществ, растворителей (разбавителей), пигментов и различных добавок (пластификаторов, отвердителей и др.). Широко используют лаки и эмали на конденсационных смолах, тертые краски, эфиоцеллюлозные лаки и эмали, водоземulsionные краски, олифы, спиртовые лаки. В воздух рабочей зоны пленкообразующие вещества попадают в составе лакокрасочного аэрозоля. Их вредное воздействие обусловлено наличием в составе токсичных веществ (стирола, фенола, формальдегида и др.).

В качестве растворителей применяют ароматические (толуол, ксилол) и хлорированные (хлорбензол, дихлорэтан) углеводороды в смеси со спиртами, ацетатами, уайт-спиритом. В качестве растворителей и разбавителей запрещается использовать бензол, пиробензол, метанол, хлорированные углеводороды. Следует ограничивать применение толуола, ксилола, сольвента. Содержание растворителей в смеси составляет 20–65%. Пары растворителей поступают в рабочую зону при нанесении покрытий и их сушке.

Пигменты – сухие красящие вещества неорганического (титан, цинк, свинец, хром и др.) и органического происхождения. Наиболее вредным пигментом является свинец и его неорганические соединения, которые в смеси с хромовыми производными входят в состав всех цветных пигментов.

тов. В воздух рабочей зоны свинец и его соединения при окраске поступают в виде аэрозоля. Свинец и его соединения чрезвычайно токсичны.

Таблица 3.15 – Примерный перечень опасных и вредных производственных факторов при окраске изделий

Производственный фактор	Технологический процесс				
	Подготовка лакокрасочных составов	Подготовка поверхности к окрашиванию	Нанесение покрытия	Сушка покрытия	Шлифование и полирование покрытия
Повышенная загазованность воздушной среды	+	+	+	+	
Повышенная запыленность		+			+
Повышенная температура воздуха и поверхностей		+		+	
Повышенный уровень шума и вибрации		+			+
Повышенная ионизация воздуха			+	+	
Повышенная напряженность электрического поля, заряды статического электричества	+		+		+
Повышенные уровни излучений			+	+	
Струя лакокрасочного материала под давлением			+		
Незащищенные токопроводящие части оборудования		+	+	+	

В последнее время находят применение покрытия из порошковых полимерных красок, которые относятся к пожаробезопасным и нетоксичным веществам, однако процесс нанесения порошковых полимерных кра-

сок связан с образованиями органических пылей, в определенных концентрациях взрывопожароопасных и вредных.

В помещениях и на производственных площадках вне помещений возникает ряд вредных и опасных производственных факторов, обусловленных эксплуатацией окрасочного оборудования. К ним относятся:

- движущиеся машины и механизмы;
- незащищенные подвижные части окрасочного оборудования;
- передвигающиеся окрашиваемые изделия;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная температура лакокрасочных материалов, моющих и обезжиривающих жидкостей, паров и газов, поверхности оборудования и изделий;
- повышенная или пониженная температура воздуха на окрасочных участках, в окрасочных цехах, помещениях и камерах;
- повышенный уровень шума, вибрации и ультразвука при подготовке поверхности изделий к окрашиванию и при работе вентиляторов окрасочных установок;
- повышенные уровни ультрафиолетового, инфракрасного, альфа-, бета-, гамма- и рентгеновского излучения, возникающие при работе сушильного оборудования;
- незащищенные токоведущие части установок подготовки поверхности, электроосаждения, окрашивания в электростатическом поле и сушильных установок;
- повышенная ионизация воздуха на участках окрашивания в электростатическом поле;
- повышенная напряженность электрического поля и повышенный уровень статического электричества, возникающий при окрашивании изделий в электростатическом поле, а также при перемещении по трубопроводам, перемешивании, переливании (пересыпании) и распылении жидких и сыпучих материалов;
- струи лакокрасочных материалов, возникающие при нарушении герметичности окрасочной аппаратуры, работающей под давлением;
- вредные вещества в лакокрасочных материалах на работающих через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров и слизистые оболочки органов зрения и обоняния.

При подготовке поверхности к окраске применяют механические или химические методы. Из механических методов основными являются обработка механизированным инструментом, сухим абразивом, гидроабразивная очистка и галтовка. Из химических методов основными являются обезжиривание в водных щелочных растворах или в органических растворителях, травление, одновременное обезжиривание и травление, одновременное обезжиривание и пассивирование. Механическим и химическим методам также присущ ряд вредных и опасных производственных факторов.

Для нанесения лакокрасочных покрытий на изделия применяют ряд способов:

- ручную окраску (кистями, валиками);
- ручную механизированную окраску распылением (пневматическим, безвоздушным, в электрическом поле высокого напряжения);
- автоматизированную окраску (обливом, окунанием, электроосаждением и др.).

Наиболее простым способом нанесения покрытий является окраска кистями. При этом вредное воздействие на рабочих оказывают лакокрасочные материалы и пары растворителей, образующиеся при нанесении покрытия и высыхании окрашенного изделия. Если сушка производится в специальной камере, оборудованной вытяжкой вентиляцией, то вредное влияние на рабочих ограничено. Аналогично вредное воздействие на рабочих и при окраске валиками.

Наибольшее распространение в промышленности получила ручная механизированная окраска пневматическим распылением, при котором в воздух рабочей зоны поступают красочный аэрозоль и пары растворителей. При окраске автоматическими краскораспылителями изделий I-й группы сложности около 25 % лакокрасочного материала не оседает на окрашиваемой поверхности, II группы сложности – до 35 %; III группы сложности – до 55 %.

Отклонение режимов работы краскораспылителей от оптимальных всегда приводит к росту потерь краски на туманообразование. Величина потерь краски при распылении зависит от свойств краски и режимов распыления: вязкости краски, формы факела распыла, давления воздуха, расстояния от краскораспылителя до окрашиваемой поверхности, угла между осью факела и окрашиваемой поверхностью и др. Увеличение потерь краски на туманообразование происходит при снижении вязкости краски и уменьшении угла между осью факела и окрашиваемой поверхностью (уменьшение угла с 90 до 45° увеличивает туманообразование в 1,5 раза).

При работе на неоптимальных режимах потери окрасочных материалов на туманообразование (% общего расхода краски) зависят от конструкции распылителей и могут достигать 34–50 %. В особо неблагоприятных случаях (окраска малых поверхностей и т. п.) потери краски на туманообразование составляют 70–75%.

При пневматической окраске в помещениях без организованного воздухообмена окрасочный аэрозоль от мест окраски распространяется по помещению, оседая и рассеиваясь по мере удаления от мест окраски. По вертикали наиболее высокие концентрации вредных веществ обнаружены на высоте 0,5 м от пола, а самые незначительные – на высоте 5 м.

Концентрация свинца в воздухе рабочей зоны зависит от способа нанесения покрытий и вида окрашиваемых изделий. Так, при окраске станков пневматическим распылением концентрация свинца достигает 0,45; при безвоздушной окраске вагонов – 0,09, а при электростатической окраске приборов и автомобилей – 0,06 мг/м³.

3.5 Металлургическое производство

Металлургическое производство отличается большим количеством опасных и вредных производственных факторов [41; 43; 59], перечень факторов представлен в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Опасные и вредные факторы металлургического производства

Производственные факторы	Прокатное производство	Доменное производство	Электростале-плавильное производство
Физические факторы			
Движущиеся, вращающиеся части оборудования	+	+	+
Высокая температура поверхностей	+	+	+
Раскаленный металл, шлак		+	+
Электрический ток	+	+	+
Острые кромки металла	+		
Возможность возгорания	+	+	+
Взрывоопасность	+	+	
Несоответствие параметров микроклимата	+	+	+
Теплоизлучения	+	+	+
Шум, вибрация	+	+	+
Ультразвук, инфразвук	+		+
Электромагнитные излучения	+	+	+
Ионизирующие излучения		+	
Несоответствующее освещение	+		+
Химические факторы			
Пары, газы, аэрозоли, вредные вещества	+	+	+
Загазованность, запыленность	+	+	+
Психофизиологические факторы			
Высокая интенсивность процесса, нервно-психические перегрузки	+		

Прокатное производство

К физическим опасным производственным факторам в прокатном производстве относятся:

- подвижные машины и механизмы; подвижные части оборудования; движущиеся изделия, заготовки, материалы (валки, шпиндели, муфты станков, выбросы петли прокатываемого материала, осколки прокатываемого металла, отлетающие окалина и шлаки);

- повышенная температура поверхностей;
- повышенное значение напряжения в электрической сети;
- острые кромки, заусеницы и шершавость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

- высокая вероятность возможности возгорания.

К физическим вредным производственным факторам относят:

- повышенную запыленность воздуха;
- повышенные температуру и влажность воздуха рабочей зоны;
- сниженную подвижность воздуха;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;
- повышенный уровень шума, инфразвуковых колебаний, ультразвука и вибрации;

- повышенный уровень электрических, магнитных и электромагнитных излучений;

- недостаточную освещенность рабочей зоны, повышенную яркость света и сниженную контрастность.

Химические производственные факторы. Выделение вредных веществ в воздух (токсичной пыли, газов) происходит при проведении технологических процессов проката металла и проведении работ, связанных с применением химических веществ и материалов (смазка, техническое масло и др.). В листопрокатных цехах перед холодной прокаткой листов, перед нанесением защитных покрытий металл очищают от слоя окалины путем травления в ваннах разбавленной серной, соляной или азотной кислотой. При прокате металла наиболее возможное проникновение в организм веществ в виде пара и пыли через органы дыхания (около 95 % всех отравлений).

Биологические производственные факторы при прокатке не являются значительными.

Наиболее характерными психофизиологическими факторами для прокатного производства является высокая скорость технологических процессов и интенсивность грузопотоков, которая обуславливает в свою очередь высокую интенсивность работы персонала. Это приводит к большому умственному утомлению, которое связано с ошибками в управлении механизмами, и возникновение опасных ситуаций, т.е. преобладают нервно-психические перегрузки.

Рассмотрим наиболее важные производственные факторы прокатного производства.

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. В металлургическом производстве преобладает пыль, которая содержит оксиды железа, кремния, марганца, фтористые соединения и др. Например, пыль возле машины огневой зачистки

при зачистке сталей рядовых марок содержит 73,96 % Fe, 0,1 % C, 0,51 % Mn, 0,39 % S, 25,04 % O₂.

При работе станов в результате раздавливания поверхностного пласта окалины на металле образуется металлическая пыль. Наиболее интенсивное выделение пыли происходит на блюмингах и слябингах – до 515–4400 мг/м³. В воздухе у станов горячей прокатки металла содержание пыли окислов железа достигает 2400–4400 мг/м³. При эксплуатации машины огневой зачистки поверхности металла общее количество пыли в продуктах сгорания достигает 12 г/м³. Содержание пыли в воздухе у клетей листовых станов представляет от 200 до 2400 мг/м³.

Микроклимат в прокатных цехах определяется наличием чрезмерного конвекционного и лучистого тепла, в связи с чем, они относятся к группе горячих цехов. Источниками тепла являются прокатываемый металл, нагретые оборудование, механизмы и коммуникации, открытые отверстия или крышки нагревательных устройств, горючие газы.

Нагретый прокатываемый металл является основным источником тепла. Лучистая энергия на расстоянии 1 м от проката составляет до 4–5 калл /см² в минуту. Двигаясь по цеху, прокат на своем пути нагревает все металлическое оборудование, при этом нагретые предметы сами становятся источником тепла и быстро нагревают воздуха.

На рабочих местах нагревательных металлов температура воздуха в летний период достигает 40–45°C, на рабочих местах вальцовщиков литейных станов – 35–40°C. Высокая температура воздуха наблюдается также на постах управления операторов, в кабинах крановщиков, которые работают в главном пролете стана. Количественные характеристики интенсивности излучения в прокатных цехах приведены в таблице 3.17.

Метеорологические условия в прокатных цехах характеризуются также наличием участков с высокой и низкой влажностью воздуха, что отрицательно влияет на самочувствие и здоровье человека.

В прокатных цехах к шумоопасному оборудованию относятся рабочие клетки, машины огневой зачистки металла, ножницы для резания металла маятниковой дисковые пилы, правильные машины; моталки, шлепперы, рольганги, листоукладчики, непрерывно-травильные агрегаты и др.

Основным источником шума является прокатный стан, в котором находится огромное количество металлических механизмов. Основной шум прокатного цеха лежит в области частот до 1000 Гц и имеет значение звукового давления в пределах 75–95 дБ и может достигать 110 дБ. Уровни звуковой мощности оборудования приведены в таблице 3.18.

При производстве проката металла используются передовые методы очистки поверхности металлических изделий (листовой прокат, сортовой прокат) с применением ультразвука. Ультразвук обладает главным образом локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, в которых возбуждаются ультразвуковые коле-

бания. Ультразвук, генерируемый низкочастотным промышленным оборудованием, оказывают неблагоприятное влияние на организм человека.

Таблица 3.17 – Интенсивность излучения в прокатных цехах

Рабочее место	Тип стана	Интенсивность излучения, кВт/м ²
Обжимные цеха		
Перед постом управления	780–800	0,18–14,0
	1100–1150	0,05–11,9
	1300	0,1–11,9
Рабочее место оператора	780–800	0,05–1,4
	1100–1150	0,05–0,7
	1300	0,05–2,8
Открытое рабочее место возле технологического оборудования	780–800	0,35–15,4
	1100–1150	0,35–16,1
	1300	0,18–19,6
Листопрокатные цеха		
Перед постом управления	1450	0,35–7,0
	1700–2300	0,35–7,0
	2500	0,07–1,4
	3600	0,35–4,2
	4500	0,07–1,4
Рабочее место оператора	1450	0,35–2,1
	1700–2300	0,18–3,5
	2500	0,02–0,7
	3600	0,35–0,7
	4500	0,05–0,35
Открытое рабочее место около технологического оборудования	1450	0,35–14,0
	1700–2300	0,18–13,3
	2500	0,18–8,4
	3600	0,35–14,0
	4500	1,75–17,5
Сортопрокатные цеха		
Перед постом управления	500–650	0,28–5,6
	300	0,07–2,45
	250–300	0,35–9,1
Рабочее место оператора	500–650	0,01–0,8
	300	0,01–1,4
	250–300	0,01–2,1
Открытое рабочее место около технологического оборудования	500–650	0,17–14,0
	300	0,17–3,5
	250–300	0,17–3,5

Таблица 3.18 – Уровни звуковой мощности оборудования

Тип оборудования	Уровень звуковой мощности, дБ·А	Суммарная длительность влияния за смену, ч
Прокатное производство		
Обжимные цеха:		
- блюминг 1300	99–123	4
- непрерывный стан 730/500	96–120	4
Сортопрокатные цеха:		
- стан 500	102–123	4
- стан 800	105–114	4
Листопрокатные цеха:		
Стан 2500	115	4
Стан четырех валковый	113	4
Агрегаты резки листа	111–121	4
Ножницы:		
- летучие	118	4
- дисковые	111	4
Разматыватель листа	122	
Листоправильная машина	114	4
Транспортировка по рольгангам	118	4
Электросталеплавильные цеха		
Печи емкостью 5-40 т:		
- период плавления	118–121	2,5
- период окисления	114–118	2,0
- период восстановления	107–110	1,0
Печи емкостью 100-200 т:		
- период плавления	123–126	2,5
- период окисления	117–119	2,0
- период восстановления	109–113	1,0
Доменное производство		
Фурма доменной печи	110	4
Газовая горелка нагревателя	115	4
Привод скипа	109	4

Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Наиболее характерным является наличие вегетососудистой дистонии и астенического синдрома. Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука и усиливается при наличии в спектре высокочастотного шума, при этом присоединяется выраженное снижение слуха. В случае продолжения контакта с ультразвуком указанные расстройства приобретают более стойкий характер.

При действии локального ультразвука возникают явления вегетативного полиневрита рук (реже ног) разной степени выраженности, вплоть до развития пареза кистей и предплечий, вегетативно-сосудистой дисфункции. Это наблюдается у шлифовщиков поверхностных пороков металла.

Характер изменений, возникающих в организме под воздействием ультразвука, зависит от дозы воздействия.

Развитие техники и транспортных средств, совершенствование технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощности и габаритов машин, что обуславливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах и появление инфразвука.

Инфразвук возникает за счет тех же процессов что и шум слышимых частот. Прокатные станы (конструкции с плоскими поверхностями большой площади и малой жесткости) создают условия для генерации инфразвука. Инфразвук при прокате металла имеет постоянный характер.

Максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных источников в прокатном цехе достигают 100–110 дБ.

Исследования биологического действия инфразвука на организм показали, что при уровне от 110 до 150 дБ и более он может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения, к числу которых следует отнести изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Имеются данные о том, что инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия фактора.

В условиях прокатного производства наблюдается местная (локальная) и общая вибрации. Прокатные станы (система механизмов) при своей работе создают общую вибрацию, которая заключается в отклонении рабочих мест от положения равновесия на малую величину. При производстве отдельных видов работ по обработке проката работники испытывают локальную вибрацию, передающуюся на руки работающего. В прокатном цехе вибрация обладает неоднородностью по спектру частот и непостоянством во времени.

Локальная вибрация зависит от контакта оператора с колеблющимся телом. Производственными источниками локальной вибрации являются ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или электрическим приводом. Инструменты ударного действия основаны на принципе вибрации. К ним относятся клепальные, рубильные, отбойные молотки, пневмотрамбовки. К ручным механизированным машинам вращательного действия относятся шлифовальные, сверлильные машины, электромоторные пилы.

Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии – вибрационной болезни.

В прокатном производстве применяется огромное количество разнообразного электрооборудования, оказывающего опасное воздействие на работников (электрические поля промышленной частоты и электромагнитные поля высокой частоты).

Источником электрических полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок (линии электропередач, индукторы, конденсаторы термических установок, фидерные линии, генераторы, трансформаторы, электромагниты, соленоиды, импульсные установки, литые и металлокерамические магниты и др.). Длительное воздействие электрического поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Источником электромагнитных полей высоких частот являются неэкранированные элементы оборудования для индукционной обработки металла (закалка, отжиг, плавка, пайка, сварка и т.д.) и других материалов, а также оборудования и приборов, применяемых для генерации токов высокой частоты. Длительное воздействие токов высокой частоты на различные системы организма человека по последствиям имеют многообразные проявления.

Наиболее характерными при воздействии электромагнитного излучения являются отклонения от нормального состояния центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы человека. Субъективными ощущениями облучаемого персонала являются жалобы на частую головную боль, сонливость или общую бессонницу, утомляемость, слабость, повышенную потливость, снижение памяти, рассеянность, головокружение, потемнение в глазах, беспричинное чувство тревоги, страха и другие.

Правильное освещение рабочих мест прокатных цехов имеет большое значение для создания безопасных условий работы: неудовлетворительное освещение негативно влияет на зрение работников, может стать причиной травматизма. Равномерное распределение яркости в условиях прокатного производства не достигается. Вследствие образования огромного количества пыли наблюдается ухудшение видимости и уменьшается обзор. Чрезмерная ослепительная яркость металлических деталей нарушает условия комфортного зрения, ухудшает контрастную чувствительность.

Пожарная и взрывная опасность прокатного производства определяется следующими факторами:

- наличием широко развитой сети кабельного хозяйства, большого количества масла в масло-эмульсионных подвалах, сети масляных гидроприводов;
- применением горючих (взрывоопасных) газов в нагревательных печах и колодцах, при резании металла, взрывоопасный водород образуется в травильных ваннах при обработке металла, взрывоопасного защитного газа при отжиге металла в безкислородной среде.

Доменное производство

В доменном производстве опасными и вредными производственными факторами являются: движущие и вращающиеся части машин и механизмов; незащищенные подвижные элементы оборудования; расплавленный, нагретый металл и шлаки; повышенная температура поверхностей оборудования и материалов; высокая концентрация пыли и газов в воздухе рабочей зоны, вибрация, повышенный уровень шума, электромагнитное и ионизирующее излучения.

В атмосферу возле доменной печи выделяются газы (СО и СО₂) и пыль, которая содержит в основе окисел железа. Содержание пыли составляет 300–4000 мг/м³, содержание СО и СО₂ – до 600 мг/м³. Выбросы пыли в доменном производстве с колошниковым газом составляют до 50–100 кг/т. Пыль содержит 60% железа, 10% окисла кальция. Загрязнение воздуха происходит и при грануляции шлаков. Концентрация суспензии в сточных водах доменной печи составляет 0,5–2,0 г/л. Содержимое суспензии в сточных водах подбункерных помещений колеблется от 2000 до 3500 мг/л.

Ремонт чугунных и шлаковых желобов сопровождается выделением токсичных газов. Концентрация SO₂ составляет в среднем 19 мг/м³, СО – до 40 мг/м³. В помещении разливных машин при заливке чугуна образовывается в среднем 40 г пыли и 60 г окислов углерода на 1 т разлитого чугуна. Теплоизлучение при разливе достигает 3,5–7,0 кВт/м².

Технологические процессы доменного производства сопровождаются интенсивным излучением шума, который значительно превышает допустимый уровень. Данные по шумовым характеристикам оборудования приведены в таблице 3.18.

Доменные цеха являются большими потребителями электроэнергии и имеют развитое электрохозяйство и сложное электрооборудование. Токи высокой частоты применяются, например, при перемешивании расплавленного чугуна по электромагнитному желобу в доменном производстве, а также в других случаях.

Радиоактивные изотопы (ионизирующие излучения) применяют в доменном производстве как индикаторы:

- для определения уровня материала в закрытых емкостях (шихты в бункерах, в шахте печи и т.д.),
- для контроля качества металла, сварных швов, мест соединения;
- для контроля хода технологического процесса: определение содержания фосфора, серы, кальция в металле и шлаках, сноса огнеупорной футеровки, движения шихты и газов в доменных печах.

В доменном производстве взрыво- и пожароопасными участками являются места, где в трубопроводах и оборудовании находятся под давлением горючие газы (доменный, генераторный и др.); газоочистительное оборудование; установки для вдувания угольной пыли в доменные печи, а также распределительно-дозировочные отделения.

Газоопасные работы в доменном производстве связанные с газоочистными сооружениями, с ремонтными работами на доменной печи, где нахо-

дится в обращении доменный, генераторный, коксующийся, природный газ.

Электросталеплавильное производство

К опасным факторам при эксплуатации электросталеплавильных печей относятся: поражение электрическим током, выбросы жидкого металла и шлаков и др. Вредными производственными факторами являются: повышенная запыленность, загазованность (до 120 мг/м³ СО), повышенный уровень шума (до 120 дБ), температура воздуха (до 30°) вследствие значительных выделений тепла (до 1000 кДж/м³·ч), ультразвук (используют при обработке расплава стали, выплавленной в электропечи).

Данные интенсивности теплового потока возле рабочих мест приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Интенсивности теплового потока возле рабочих мест электроплавильных печей

Рабочая операция	Емкость печи, т	Интенсивность теплового потока, кВт/м ²
1	2	3
Осмотр подины и заправка печи перед загрузкой лома	<10	1,05–11,2
	10–25	1,04–4,9
	40	2,1–7,0
	100 ¹	2,8–14
	100 ²	0,35–3,5
	200 ¹	1,05–7,0
	200 ²	0,35–3,5
Подсыпка порогов, загрузка добавок, наблюдение за плавкой после загрузки лома	<10	0,7–4,2
	10–25	0,35–5,6
	40	1,4–9,8
	100 ¹	0,7–10,5
	100 ²	0,01–3,5
	200 ¹	0,35–5,6
	200 ²	0,01–1,05
Продувка кислородом, измерение температуры и взятие пробы	10–25 ³	1,4–7
	10–25 ⁴	6,3–9,1
	40 ³	1,4–7,0
	40 ⁴	7,0–10,5
	100 ³	0,35–7,0
	100 ⁴	6,3–12,6
	200 ³	0,18–5,6
200 ⁴	6,3–12,6	
Скачивание шлака	40 ⁵	2,1–7,0
	40 ⁶	7,7–12,6
	100 ⁵	0,7–7,7
	100 ⁶	3,5–14,0
	200 ⁵	2,1–7,0
	200 ⁶	3,5–14,0

Продолжение таблицы 3.19

1	2	3
Обработка и загрузка стали выпускного отверстия	<10	0,35–1,4
	10–25	0,35–3,5
	40	0,18–3,5
	100	0,35–7,0
	200	0,35–5,6
Наблюдение за спуском стали	<10	1,05–3,5
	10–25	1,05–4,9
	40	0,35–2,1
	100	0,35–6,3
	200	0,35–4,2
Измерение температуры стали в ковше	<10	0,7–3,5
	10–25	0,7–7,0
	40	5,6–7,0
	100	4,2–7,0
	200	2,8–7,0

Примечания:

1. Рабочая операция осуществляется без использования машины.
2. Рабочая операция осуществляется с помощью машины.
3. Операция осуществляется с использованием теплозащитных средств.
4. То же, без использования теплозащитных средств.
5. Электромагнитное перемещения работает.
6. Электромагнитное перемещения не работает.

К шумоопасному оборудованию относятся электросталеплавильные печи (таблица 3.18). Сталеплавильные печи являются большими потребителями электроэнергии и являются источниками электромагнитных излучений.

Пожарная опасность производства определяется наличием в агрегатах горючих газов, применением кислорода, наличием кабельного хозяйства, масляных трансформаторов, применением горючих жидкостей. Большую пожарную опасность представляют экзотермические смеси, используемые при выплавке качественных сталей.

К газоопасным относятся работы, выполняемые в местах с загазованной атмосферой, и работы, при выполнении которых возможное выделение ядовитых или взрывоопасных газов, которые вызывают отравление работающих или разрушительные взрывы, а также пожары.

3.6 Сварочные работы

При выполнении процессов сварки, резки, наплавки, напылении и пайки металлов на работающих могут воздействовать различные вредные и опасные производственные факторы [2; 48; 49; 55; 60]. Перечень производственных факторов приведен в таблице 3.20.

Таблица 3.20 – Перечень опасных и вредных производственных факторов при сварочных работах

Опасные и вредные производственные факторы в зоне пребывания рабочего	Вид сварки и наплавки														
	Ручная дуговая		Дуговая под флюсом			Дуговая в защитных газах					Электрошлаковая	Контактная сварка			
	без подогрева	с подогревом изделия или многопроходная	полуавтоматическая	автоматическая	автомат. с подогревом или многопроходная	без подогрева	с подогревом	полуавтоматическая	полуавтоматическая с подогревом	автоматическая		точечная	шовная	стыковая	рельефная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Физические факторы															
1.1. Движущиеся машины и механизмы, передвигающиеся изделия, заготовки и материалы			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
1.2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1.3. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 3.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.4. Повышенная температура воздуха рабочей зоны		+			+	+	+	+	+	+	+				
1.5. Повышенный уровень шума на рабочем месте												+	+	+	+
1.6. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+			+	+	+	+			+	+	+	+
1.7. Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
1.8. Повышенная яркость света	+	+				+	+	+	+	+	+			+	
1.9. Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации	+	+				+	+	+	+	+	+				
1.10. Повышенный уровень инфракрасной радиации		+			+	+	+	+	+	+	+			+	
2. Химические факторы (сварочные аэрозоли)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Психофизиологические факторы															
3.1. Физические перегрузки		+	+			+	+	+	+			+	+		
3.2. Нервнопсихические перегрузки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				

К вредным производственным факторам относятся: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемых изделий; электромагнитные поля; ионизирующие излучения, шум, ультразвук; статическая нагрузка на руку.

При сварке, наплавке, резке и напылении в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, титана, алюминия, железа, вольфрама и др.), их окислы и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и др.), при пайке – аэрозоль флюсов и припоев, содержащий свинец, кадмий, цинк, олово, углеводороды, окись углерода и др. Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависят от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, видов технологического процесса. Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ может явиться причиной острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений. Об этом свидетельствуют результаты медицинских обследований, показывающие, что среди профессиональных заболеваний сварщиков Украины и других стран СНГ примерно 80 % составляют бронхолегочные заболевания, вызванные действием сварочных аэрозолей. Имеются также данные о том, что действие сварочных аэрозолей на органы дыхания может повышать риск развития онкологических заболеваний. Поэтому проблема создания здоровых и безопасных условий труда сварщиков по-прежнему остается актуальной.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектр зависят от мощности дуги, применяемых материалов, защитных и плазмообразующих газов. При отсутствии защиты возможны поражения органов зрения (электроофтальмия, катаракта и т. п.) и ожоги кожных покровов. Отрицательное воздействие на здоровье может оказать инфракрасное излучение предварительно подогретых изделий, нагревательных устройств (нарушение терморегуляции, тепловые удары).

При контактной сварке работающие могут подвергаться воздействию переменных магнитных полей, а при высокочастотной сварке – электромагнитных полей. При работе электронно-лучевых установок, проведении гамма- и рентгеновского просвечивания сварных швов, использовании торированных вольфрамовых электродов возможно воздействие на работающих ионизирующих излучений.

Некоторые виды сварки сопровождаются шумом, значительно превышающим допустимые уровни. Источниками повышенного шума являются плазмотроны, пневмоприводы, генераторы, вакуумные насосы и т. д., а ультразвука – ультразвуковые генераторы, рабочие органы установок и т. д. При плазменно-механической резке металлов шум может достигать в области низких частот 111 дБ, высоких – 106 дБ; уровень шума на рабочем месте оператора плазменного напыления находится в пределах 120-130 дБ.

При ручных и полуавтоматических методах сварки, резки, наплавки

и пайки имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса.

Санитарно-гигиеническая характеристика отдельных видов сварки приводится ниже.

Ручная дуговая сварка (РДС)

РДС благодаря своей простоте и маневренности является широко распространенным способом термического соединения металлов. Сварочная дуга является источником образования лучистой энергии. Спектр лучистой энергии состоит из инфракрасных лучей длиной более 1,5 мкм, лучей Фохта (1,5–0,7 мкм), световых лучей (0,7–0,4 мкм) и ультрафиолетовых лучей (УФЛ) (0,4–0,18 мкм).

Интенсивность излучения зависит главным образом от температуры дуги – интенсивность с повышением температуры увеличивается. Яркость видимой части спектра достигает 16 000 стильбов, что в тысячи раз превышает физиологически переносимую дозу. УФЛ с длиной волны менее 0,4 мкм могут вызвать профессиональное заболевание глаз, называемое электроофтальмией и ожог открытых частей кожи сварщика. Электроофтальмия начинается после небольшого скрытого периода продолжительностью несколько часов. Затем появляется резь и боль в глазах, ощущение в них инородного тела, светобоязнь, слезотечение, головная боль, сопровождающаяся бессонницей. Эти явления обусловлены воздействием УФЛ на слизистую оболочку глаз. Иногда процесс захватывает и роговую оболочку глаз. Частое повторение заболевания электроофтальмией приводит к снижению чувствительности роговицы, хроническому конъюнктивиту, повышенной утомляемости глаз. Электроофтальмия чаще наблюдается у подсобных рабочих, не пользующихся защитными светофильтрами.

РДС производится электродами различных марок, отличающихся химическим составом проволок и покрытий, в состав которых в зависимости от назначения электродов входят: ферромарганец, марганцевая руда, металлический марганец, плавиковый шпат, электродный мрамор, ферросилиций, кварцевый песок и др. Каталог электродов включает 182 марки.

По экспериментальным данным удельное количество пыли, образующейся при сжигании различных электродов, составляет для электродов с покрытием руднокислого типа (марганцевое) 18,6–36,5 г/кг; основного типа (фтористо-кальциевого) – 11,3–13,5 г/кг; рутилового или рутил-карбонатного – 7,1–15,3 г/кг.

Длительное (10–20 лет) воздействие сварочного аэрозоля (ПДК – 4 мг/м³) может стать причиной профзаболевания у электросварщиков – пневмокониоза. При этом заболевании поражаются органы дыхания, в особенности легкие, в которых эластичная легочная ткань заменяется грубой соединительной тканью. Жалобы при этом заболевании незначительны, и обнаруживается болезнь главным образом при рентгеновском обследовании. Заболевание протекает медленно, доброкачественно, редко осложняется туберкулезом. Своевременное выявление этого заболевания позволяет затормозить развитие процесса и правильно трудоустроить сварщика

Общее содержание пыли, окислов марганца, фтористых и хромосодержащих соединений в рабочей зоне определяется составом свариваемого металла, стержня электродов и обмазки, силой сварочного тока и диаметром электродов, положением тела сварщика относительно дуги, конфигурацией свариваемых изделий, эффективностью принимаемых противопылевых мероприятий.

Сварка электродами с фтористо-кальциевым покрытием сопровождается меньшим выделением марганца (ПДК в пересчете на MnO_2 – $0,3 \text{ мг/м}^3$), но в составе сварочного факела при сжигании этих электродов содержатся фтористые соединения (фтористый водород, четырехфтористый кремний и др.), концентрация которых в зоне дыхания сварщиков иногда бывает довольно значительной.

Фтор (ПДК в пересчете на HF – 1 мг/м^3) и хромосодержащие аэрозоли в повышенных концентрациях могут стать причинами раздражения и воспаления слизистых оболочек носа и носоглотки, если не соблюдаются меры предосторожности, не работает местная вентиляция, не применяются средства индивидуальной защиты.

Сварка хромосодержащими электродами характеризуется значительным загрязнением зоны дыхания сварщиков аэрозолем (выделение сварочной пыли $10,65\text{--}30 \text{ г/кг}$). Важной с гигиенической точки зрения особенностью этих электродов является выделение окислов хрома, концентрация которых в зависимости от условий сварки колеблется в существенных пределах. Содержание в сварочной пыли шестивалентных соединений хрома (ПДК для которых в пересчете на CrO_3 составляет $0,01 \text{ мг/м}^3$) в $2,5\text{--}3,5$ раза превышает содержание трехвалентных соединений (ПДК – 1 мг/м^3). Двоокись кремния в сварочной пыли составляет $0,9\text{--}1,08\%$.

Дисперсность сварочного аэрозоля чрезвычайно велика. Исследования показали, что $90\text{--}99\%$ частиц имеют размеры до 1 мкм , поэтому они имеют малую тенденцию к оседанию и глубоко проникают в дыхательные органы.

Принципиально важным и в значительной степени обуславливающим содержание аэрозоля в зоне дыхания сварщика является фиксация места сварки. На постоянных рабочих местах в сборочно-сварочных цехах легче организовать местную вентиляцию и тем самым резко снизить содержание токсических веществ в зоне дыхания сварщика.

Особенно неблагоприятное состояние производственной атмосферы создается при сварке в изделиях с замкнутыми и полузамкнутыми контурами – блоках, баках, цистернах и др. с высокими концентрациями пыли, окислов марганца и фтористых соединений в сочетании с неблагоприятными метеорологическими условиями, отсутствием естественного света и воздействием шума создают особенно напряженные условия труда электросварщиков в замкнутых пространствах.

Хронометраж показывает, что $55\text{--}70\%$ рабочего времени сварщики заняты непосредственно сваркой, а в остальное время – выполнением вспомогательных операций. Сварка требует от сварщика повышенного напря-

жения внимания и зрения. Она выполняется часто в вынужденной позе, что сопровождается повышенным статическим напряжением мышц рук и тела.

Сварка порошковой проволокой

Создание порошковой проволоки явилось важным шагом в технологии сварочных работ. Высокие технико-экономические показатели механизированной сварки порошковой проволокой позволяют резко повысить качество и производительность сварочных работ

Порошковая проволока представляет собой непрерывный электрод, состоящий из металлической оболочки порошкового сердечника. Металлическая оболочка, к которой через поверхность подводится сварочный ток, обеспечивает удержание порошкового сердечника и возможность осуществлять непрерывный процесс плавления при малом вылете электрода, предотвращая тем самым преждевременное термическое разложение компонентов сердечника.

Сердечник представляет собой смесь порошков минералов, руд, химикатов, ферросплавов и других металлических порошков. Сердечник порошковой проволоки выполняет функцию, аналогичную функции электродного покрытия – стабилизацию дугового разряда, защиту металла от воздуха, раскисление и легирование металла шва, регулирование процесса переноса расплавленного электродного металла в сварочную ванну, формирование шва и др.

Сжигание 1 кг порошковой проволоки сопровождается образованием в зависимости от состава шихты 8–12 г пыли, в которой содержится 0,2–0,7 г окислов марганца, 3,8–10 г окислов железа, 0,2–1 г фтористых соединений. Концентрация пыли в зоне дыхания сварщика при недостаточной вентиляции может достичь 10–30 мг/м³, окислов марганца – до 1 мг/м³. С гигиенической точки зрения наиболее благоприятные условия создаются при использовании порошковой проволоки ПП-ДСК, не содержащей плавленого шпата, при этом в выделяющихся вредных веществах отсутствуют соединения фтора. В целом условия при сварке порошковой проволокой по характеру загрязнения окружающей среды близки к условиям, наблюдаемым при сварке электродами с рутиловым покрытием.

Сварочные работы также ведутся с помощью порошковой ленты (ПЛ). ПЛ обеспечивают более высокую производительность наплавочных работ по сравнению с другими наплавочными материалами. В состав ПЛ входит большое количество различных компонентов. Так как наплавку выполняют при высоких значениях тока (до 1000 А), это существенно влияет на санитарно-гигиенические условия, особенно при наплавке износостойких материалов открытой дугой. При этом для защиты сварочной ванны от атмосферного воздуха в состав электродного материала вводят специальные компоненты. В процессе наплавки эти компоненты выделяются в виде сварочного аэрозоля (СА), содержащего окислы марганца, хрома, кремния и пр. Снижение же концентрации токсичных веществ в воздухе рабочей зоны за счет установки местных вытяжных устройств может нарушаться (при определенных расходах удаляемого воздуха) защит-

ную атмосферу расплавленного металла сварочной ванны от воздействия воздуха, что приведет к нежелательным изменениям химсостава и свойств наплавляемого металла.

Электросварка в среде защитных газов

Наиболее часто в качестве защитных газов применяют углекислый газ, аргон и их смеси. Присадочным материалом и плавящимся электродом служит проволока такого же химического состава, что и свариваемый металл. Сварка с применением CO_2 и специальных полуавтоматов наиболее распространена в промышленности, и на отдельных заводах составляет 70 % и более общего объема сварочных работ. Она отличается производительностью, в 2–3 раза превышающей производительность РДС.

Высокая производительность обеспечивается тепловой мощностью сварочной дуги, позволяющей применять большие скорости сварки. Стоимость сварки в CO_2 в 2 раза меньше стоимости РДС. В то же время условия труда при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в среде защитных газов, особенно CO_2 или $\text{CO}_2 + \text{O}_2$, весьма неблагоприятны. Подаваемый в зону сварки CO_2 не ядовит, но под действием высокой температуры дуги он разлагается на кислород и окись углерода, являющуюся ядовитой. Также образуется CO (угарный газ) вследствие выгорания углерода из стали.

В процессе сварки также выделяется сварочная пыль. Состав пыли и ее количество зависят от состава защитного газа, свариваемого металла, применяемой электродной проволоки и режима сварки. Токсичность частиц пыли зависит от их состава и строения. Под действием ультрафиолетового излучения дуги вокруг нее образуется озон, а при попадании в зону сварки воздуха, загрязнений коррозионных покрытий в зоне дуги образуются окислы азота. Наиболее высока концентрация пыли и вредных газов в облаке дыма, поднимающегося из зоны сварки. Сварщик должен следить за тем, чтобы этот поток дыма не попадал за щиток в зону дыхания. Наибольшей вредностью при сварке в CO_2 углеродистых сталей на токах до 400 А гигиенисты считают общее выделение пыли, а на токах более 400 А – окислы марганца. При наплавке 1 кг металла в CO_2 выделяется меньше пыли и газов, чем при ручной дуговой сварке. Однако, поскольку при сварке в CO_2 производительность более высокая, за 1 час выделяется примерно такое же количество дыма и пыли, как и при сварке штучными электродами.

Все виды сварки в защитных газах сопровождаются образованием озона O_3 (ПДК – 0,1 мг/м³), а также интенсивной ультрафиолетовой радиацией (температура сварочной дуги достигает 6500°C).

При автоматической сварке плавящимся электродом в среде углекислого газа на 1 кг наплавленного металла выделяется в среднем 8–15 г пыли, 0,2–1,8 г окислов марганца, 0,02–2 г окислов хрома, 0,1–0,5 г окислов никеля, 2,7 г окиси углерода, 0,062 г окислов азота.

Валовые выделения пыли и газа зависят от марки сварочной проволоки, свариваемых материалов и режимов сварки. Так, например, при по-

луавтоматической сварке в среде CO_2 проволокой СВ08Г2С диаметром 2 мм при силе тока 250 А, средней скорости 25 м/ч валовые выделения сварочного аэрозоля достигают 100 г/ч, а концентрация пыли в зоне дыхания сварщика достигает 90 мг/м³. Концентрация окиси углерода превышает допустимую в несколько раз.

Применяемые при полуавтоматической сварке и наплавке в среде CO_2 защитные покрытия на деталях также вызывают увеличение концентрации вредных веществ в зоне дыхания. Установлено, что лишь покрытия КБЖ и эмульсия не ухудшают картину по сравнению со сваркой без покрытия.

При сварке алюминия и сплавов на его основе под защитой аргона плавящимся электродом образуется окись алюминия (ПДК – 2 мг/м³) в количестве 7,6–28 г/кг; при сварке титановых сплавов удельное выделение титана и его двуокиси (ПДК – 10 мг/м³) составляет 4,75 г/кг. При сварке в аргоне алюминиевых сплавов наблюдается повышенное выделение озона за счет большой ультрафиолетовой радиации.

Несмотря на то, что полуавтоматическая сварка в среде CO_2 высокопроизводительна, с гигиенической точки зрения она имеет существенные недостатки. Поэтому применять ее нужно там, где другие методы сварки не применимы или можно применить надлежащие способы локализации вредных веществ.

Сварка под слоем флюса

Из способов автоматической и полуавтоматической сварки наиболее распространенным является сварка под слоем флюса. Она менее трудоемка и более экономична, чем ручная дуговая сварка, меньше утомляет сварщика.

Валовое выделение пыли при этом способе сварки во много раз ниже, чем при ручной дуговой. Концентрация аэрозоля в зоне дыхания сварщика-оператора по усредненным данным составляет 5,1–12,2 мг/м³. Концентрация окислов марганца в зоне дыхания рабочих, обслуживающих сварочные автоматы, колеблется в интервале 0,11–0,7 мг/м³. На повышение концентрации аэрозоля в значительной степени влияет выполнение в ручную операций по сбору и пересыпке флюса и зачистки шва. Исследования показали большую эффективность применения флюсоотсосов при автоматической сварке под слоем флюса.

Концентрации аэрозоля, окислов марганца и других токсичных веществ в зоне дыхания сварщиков-автоматчиков зависит от состава и степени измельчения флюса, конфигурации свариваемых изделий, направления воздушных потоков в здании и т.д. Так, запыленность зоны дыхания сварщика при применении свежего флюса в 2–2,8 раза ниже запыленности при использовании флюса, бывшего в употреблении и тем самым более измельченного.

Содержание пыли в зоне дыхания оператора при сварке внутренних швов (полузамкнутые пространства) в 2,5 раза выше, чем при сварке наружных швов. На заводах, где все посты автоматической сварки расположены на открытых участках цеха, содержание аэрозоля ниже предельно допустимой концентрации. Основными вредными веществами в составе

сварочного аэрозоля при автоматической сварке являются фтористые соединения (фтористый водород, четырехфтористый кремний и др.).

Исследования показали, что валовое выделение фтористых соединений особенно велико при сварке под флюсом ОСЦ-45а. Оно составляет 43–286 мг на 1 кг наплавленного металла. При сварке с применением других флюсов (АН-348А, ФЦ-9, ФЦ-6, ФЦЛ-2 и др.) валовые выделения фтористых соединений колеблются по средним данным от 30 до 40 мг на 1 кг наплавленного металла. Выделение фтористых соединений резко возрастает с увеличением содержания фтористого кальция во флюсе.

Изучение условий труда при полуавтоматической сварке под слоем флюса показало ее большую трудоемкость по сравнению автоматической сваркой. Необходимость удерживания длительное время в руке головки полуавтомата с бункером для флюса массой 2–2,5 кг утомляет к концу смены правую руку сварщика. Значительно напряжено во время работы внимание сварщика в связи с высокими требованиями к качеству шва (необходимость поддержания на постоянном уровне длины дуги, силы тока и напряжения).

Концентрации аэрозоля, окислов марганца и фтористых соединений в зоне дыхания сварщика-полуавтоматчика выше, чем в зоне дыхания рабочего при обслуживании автоматических сварочных установок. Указанное объясняется более близким расположением зоны дыхания сварщика-полуавтоматчика к электрической дуге.

Электрошлаковая сварка (ЭШС)

Электрошлаковая сварка производится с помощью автоматов при температуре 1600–1700°C. Оператор-сварщик находится на расстоянии 0,5–2 м от сварочной дуги. Трудовой процесс оператора складывается из трудоемкого этапа подготовки изделия к сварке, при котором крупные и тяжелые конструкции при помощи подъемных механизмов устанавливаются на место, и этапа сварки, при котором оператор наблюдает за процессом сварки, охлаждением медных ползунов водой, подачей проволоки и др.

Основным производственным фактором, оказывающим вредное воздействие на операторов, является повышенная интенсивность лучистой энергии, составляющей 1,39 кДж/(м² с) на уровне рук и 2,1–2,8 кДж/(м² с) на уровне лица; повышается и температура воздуха, что является причиной небольшого (0,5°C) повышения к концу рабочей смены температуры тела оператора. Концентрация аэрозоля в зоне дыхания по усредненным данным колеблется в пределах 4–7 мг/м³, концентрация окислов марганца – 0,25–0,43 мг/м³. Окислы азота и окись углерода определяются в виде следов. Таким образом, потенциальную опасность для оператора при электрошлаковой сварке могут составить аэрозоль и фтористые соединения. Не исключена опасность ожогов выплескивающимся из ванны металлом.

Контактная сварка

Контактная сварка легко механизуется и автоматизируется, в результате чего увеличивается производительность труда, улучшается каче-

ство сварного соединения, повышается культура производства. Этим способом сваривают малоуглеродистые и нержавеющей стали и сплавы.

Процесс контактной сварки основан на двух принципах: электрическом нагреве двух кромок металла до пластического состояния или до расплавления и затем сплавления их. Различают три разновидности контактной сварки: стыковую оплавлением, точечную и роликовую или шовную. Наиболее неблагоприятной является сварка оплавлением, при которой образуются искры и брызги расплавленного металла, пыль, газы и наблюдается ионизация воздуха. Концентрация пыли в зоне дыхания рабочего зависят главным образом от химического состава свариваемого металла, мощности контактной сварочной машины. Сварочная машина при этом методе сварки генерирует низко- и высокочастотный шум. Величина сварочного тока во вторичной цепи контактных машин достигает десятков тысяч ампер. Вследствие этого контактные машины создают электромагнитные поля мощностью 70–1500 А/м. Электромагнитные волны рассеиваются на расстояние 1,5–3,5 м от контактной сварочной машины. Характер воздействия электромагнитных волн, образующихся при контактной сварке, на организм человека недостаточно изучен. Для улучшения условий труда рекомендуется устройство местной вытяжной вентиляции, экранирование и др.

Сварка токами высокой частоты

В связи с использованием в ряде производств изделий из синтетических материалов получила достаточное внедрение в производство сварка в электромагнитном поле коротких и ультракоротких волн. Основным неблагоприятным фактором при этом виде сварки пластиков являются высокочастотные электромагнитные поля значительной интенсивности 18–320 В/м. Эффективное снижение напряженности высокочастотного поля достигается экранированием (до 2–7 В/м) источников энергии (электродов, конденсаторов, фидерных линий).

При описываемом виде сварки в производственную атмосферу поступают летучие токсичные вещества – фенол, окись этилена, формальдегид, пары ацетона и органических растворителей. Наблюдается повышение температуры воздуха производственных помещений.

Лазерная сварка

Для сварки мелких деталей применяют рубиновые или неодимовые лазеры, работающие в импульсном режиме. Излучение лазера характеризуется высокой энергией, составляющей в импульсе несколько сотен джоулей. С помощью дополнительной фокусирующей системы эта энергия может быть сконцентрирована в очень малом объеме. К числу особенностей следует отнести высокую монохроматичность излучения, малую расходимость пучка, временную и пространственную когерентность излучения. При работе с лазерами наибольшей опасности подвержены глаза и кожные покровы. Лучи лазера оказывают на биологические объекты тепловое, электрическое, фотохимическое и механическое воздействие, одним из проявлений которого является возникновение в облучаемом объекте уп-

ругих колебаний типа ультразвуковых. Опасность для органов зрения представляет не только прямой, но и отраженный луч лазера. Для кожи опасен только прямой луч. Поражающее действие лазера зависит от потока его энергии, длительности импульса, количества следующих друг другом импульсов, длины волны излучения и характера отражающей поверхности. Опасны зеркальные и светлые поверхности, отражающие свыше 50 % падающего на них излучения. Глаза необходимо защищать не только от прямого, но и от отраженного луча. При работе с лазерными установками необходимо, чтобы пучок излучения был направлен на неотражающий и невоспламеняющийся фон, траектория пучка должна быть недоступна для работающего. Необходимо обязательно применять защитные очки, работать следует в условиях общего яркого освещения. Возможность поражения глаза, адаптированного к темноте, т.е. с большим диаметром зрачка, больше. Необходим систематический офтальмологический контроль за глазами работающего.

Плазменная обработка металлов

Плазма представляет собой высокоионизированный, электропроводящий газ. Температура плазмы, поступающей в виде струи из сопла, составляет 6 000–20 000°С. При плазменной обработке происходит довольно интенсивное образование окислов азота и озона, концентрации которых при работе без вентиляции довольно значительны.

При напылении в плазменную струю вводится в виде порошка или проволоки напыляемый материал, в качестве которого используют главным образом тугоплавкие металлы – вольфрам, цирконий, окись алюминия, их карбиды, бориды, силициды.

Плазменная обработка металла (напыление, сварка, резка) является основным источником загрязнения производственной атмосферы аэрозолем, состав которого зависит от применяемых порошков и обрабатываемого металла.

При работе плазменных горелок возникают высокочастотные звуковые и ультразвуковые колебания. Суммарный уровень звукового давления, по данным Института гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, составляет в рабочей зоне 120–130 дБ.

Спектральный анализ выявляет широкий диапазон колебаний звукового давления 40–31 500 Гц с максимумом в области высоких звуковых и низких ультразвуковых частот в диапазоне 16 000–25 000 Гц.

Работа в вытяжных шкафах и специальных камерах позволяет значительно снизить уровень звукового и ультразвукового давления в рабочей зоне. Так же как и при ручной дуговой сварке, при плазменной обработке металла работающие могут подвергаться повышенной ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной радиации. Интенсивность ультрафиолетового излучения зависит от подаваемого на плазменные установки напряжения, свойств напыляемого порошка и газа, а также конструкции горелки. В литературе [5] приводятся данные о заболеваниях, подобных электроофталь-

миям и эритемам кожи, причиной которых являются короткие ультрафиолетовые лучи.

При использовании дуги прямого действия (между электродом и изделием) возникает ионизирующая радиация (тяжелые аэрофоны различной полярности). В производственных помещениях вблизи плазменных установок мягкие лучи не обнаруживаются.

Воздействие таких факторов, как ионизирующая, повышенная ультрафиолетовая и инфракрасная радиация, высокочастотный шум и ультразвук, загрязнение воздуха аэрозолями требует проведения комплекса защитных мероприятий: укрытия установок в вытяжных шкафах, применения шумозаглушающих насадок на горелку, использование средств индивидуальной защиты органов зрения, слуха, лица.

В последнее время внедряется новый метод так называемой плазменно-дуговой резки, которым можно обрабатывать практически все металлы, но особенно эффективно – легированные и нержавеющие стали, цветные металлы и сплавы. Разделительная плазменная термическая резка состоит в сквозном проплавлении металла мощным дуговым разрядом. Дуга, возбуждаемая между разрезаемым металлом и неплавящимся (чаще всего вольфрамовым) электродом, представляет собой газовый поток. Режущим инструментом является струя высокотемпературной (10 000–50 000°С) плазмы, которая образуется при принудительном продувании рабочего газа (аргон, азот, кислород, воздух) через сопло плазмотрона. Газ сжимает (стабилизирует) дугу, нагревается, превращаясь в ионизированный поток плазмы, которая отличается большим проплавающим действием. Как кислородная, так и плазменная резка выполняется на современных фотокопировальных машинах и машинах с цифровым программным управлением, на механизированных линиях, делающих эти процессы высокопроизводительными.

Применение плазменно-дуговой резки требует специальных мер для создания благоприятных условий труда. Это вызвано тем, что для устойчивой работы электродов (вольфрамовых, гафниевых, циркониевых и др.) их стабилизируют присадками из металлов редкоземельной группы (например, вольфрам лантанированный), пары которых сильно насыщены различными вредными веществами, а влияние на организм многих из них еще полностью не изучено.

Валовое выделение пыли при интенсивной работе одной машины типа ЮГ (раскрой листовой низкоуглеродистой стали толщиной 12–40 мм) достигает 2 кг/ч и при отсутствии местного отсоса содержание пыли в рабочей зоне достигает 2000 мг/м³. Большим недостатком этого процесса является шум, уровень которого достигает 120 дБ, что в сочетании с ультразвуковыми колебаниями частотой 50–4000 Гц требует разработки специальных мероприятий по защите органов слуха работающих. Особенно неблагоприятным является сильное излучение (ультрафиолетовое и инфракрасное), сопровождающее плазменную резку и другие виды плазменной

обработки металлов (напыление, наплавку, сварку, плазменно-механическую обработку).

По данным А.В. Ильницкой, наиболее полно исследовавшей процессы плазменной обработки металлов, доминирующими вредными веществами, выделяющимися в окружающую среду, являются окислы азота и озон, концентрации которых превышают ПДК в 10 раз. Проблема коренного оздоровления условий труда может быть решена только автоматизацией процесса, что исключит пребывание рабочих в зоне совокупного действия вредных факторов. А пока при плазменно-дуговой обработке обязательным является устройство надежной местной вентиляции и применение средств индивидуальной защиты органов слуха и глаз.

Газовая сварка, резка и пайка металлов

Газовая сварка относится к термическому классу. Источником нагрева при газовой сварке служит пламя сварочной горелки, получаемое сжиганием горючего газа в смеси с кислородом.

Наиболее распространена ацетилено-кислородная разделительная резка, при которой металл подогревается пламенем, образуемым при сгорании в кислороде горючего газа. Когда температура металла достигает точки воспламенения, подается струя «режущего» кислорода, которая быстро окисляет и выдувает жидкий металл из зоны реза. В качестве горючих газов применяют и более дешевые сжиженные газы-заменители и природный газ. Ацетилено-кислородная резка сопровождается разложением ацетилена на углерод и водород, в результате окислительных процессов образуется окись углерода, которая является весьма неустойчивой. После воспламенения смеси начинается интенсивное окисление окиси углерода, в результате чего образуется углекислый газ. Ацетилен сам по себе малотоксичен, но технический ацетилен всегда содержит примеси (сернистый водород, аммиак), увеличивающие его ядовитость. Кроме того, основной примесью кислорода является азот и образующие оксиды азота.

Наибольшее количество окиси углерода выделяется в начальной стадии резки, когда происходит настройка резаков или общая наладка машины перед пуском ее в автоматический режим. Рабочий в это время находится в зоне резаков, где появляется большое количество веществ. Происходящая утечка кислорода приводит к избыточной его концентрации, вызывая раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, а также создает повышенную пожароопасность.

Особенностью тепловой резки металлов является то, что процесс резки основан на способности металла сгорать в газовой струе и удалении этой струей образующихся продуктов сгорания. Естественно, что продукты горения содержат вредные вещества, спектр которых определяется химическим составом разрезаемых заготовок или листов; улавливание сварочного аэрозоля при газовой резке требует применения местных отсосов с большим объемом воздуха, удаляемого с 1 м² поверхности, в противном случае высокая интенсивность газовой струи способствует распространению вредных веществ за пределы рабочей зоны.

Вредные производственные факторы имеют место и при использовании в технологическом процессе пайки, так как он связан с нагревом материалов, содержащих вредные вещества.

Наиболее широко применяемыми способами нагрева при пайке являются: местный нагрев (паяльником, газовым пламенем, индукционный, электроконтактный); общий нагрев (погружением в жидкую среду, разогревую до соответствующей температуры или в газовой среде в печах).

Способ нагрева является основной технологической характеристикой методов пайки и это определяет наличие специфических вредных и опасных факторов. В общем случае пайка осуществляется в результате плавления припоя и флюса. Состав и количество вредных веществ зависят от состава припоя, флюса и способа нагрева. Так, например, при пайке погружением могут создаваться дискомфортные условия вследствие теплоизлучения и испарения вредных для здоровья компонентов расплавов; кроме того, возникает необходимость устранения наплывов припоев с изделия после пайки погружением в жидкий припой и большая трудоемкость опиловочных работ.

При пайке сплавами, содержащими свинец (например, ПОС-40 и ПОС-60), возможно загрязнение воздушной среды свинцом как непосредственно при пайке, так и в периоды, когда паяльники в ванночке находятся в рабочем состоянии. Может также происходить загрязнение свинцом рабочих поверхностей и кожи рук работающих.

К опасным производственным факторам при сварке относятся воздействие электрического тока, искры и брызги, выбросы расплавленного металла и шлака; возможность взрыва баллонов и систем, находящихся под давлением; движущиеся механизмы и изделия; подъемно-транспортное оборудование.

При сварке могут иметь место засорения и ранения глаз, ожоги тела, ушибы, ранения. Ожоги и поражения глаз наиболее часто наблюдаются при РДС, при полуавтоматической сварке в CO_2 плавящимся электродом, особенно при токах малой плотности. Причиной является выброс большого количества искр и брызг расплавленного металла. Опасность ожогов возрастает при сварке ржавой, загрязненной, замасленной или окрашенной поверхности, а также при использовании загрязненного флюса.

При контактной, точечной и роликовой сварке возможность ожогов брызгами и выплесками расплавленного металла значительно меньше, так как отлетающие частицы несколько мельче и холоднее, чем при электродуговых способах сварки. Однако и здесь при сварке загрязненных или ржавых деталей возможны ожоги. Повышенная опасность ожогов при выплеске металла имеет место во время стыковой сварки методом оплавления.

Опасные производственные факторы имеют место при ЭШС, так как она отличается от других видов сварки наличием формирующих медных ползунов, охлаждаемых изнутри проточной водой. При сильном кипении сварочной ванны шлак, скапливающийся в верхней части, может выплескиваться и вызывать ожоги. Выплескивание металла происходит по ряду

причин: из-за малой глубины ванны, недостаточного содержания кремния в металле, засыпки в один прием большого количества флюса и др. Выбросы жидкого металла возможны во время наведения ванны при ее сильном кипении, а также при попадании в шлаковую ванну воды из-за повреждения ползунов.

Кроме опасностей ожогов от выбрасываемого жидкого металла возможны ожоги и ранения в результате отскакивания от поверхности шва частиц еще не остывшей шлаковой корки, например, при случайном прикосновении руками к неостывшему изделию. Такие ожоги рук возможны при любых видах сварки. Ожоги могут иметь место также при подогревании изделий перед сваркой, при пользовании паяльными лампами для сушки стыков, при случайном касании к разогретому электроду или проволоке, при удалении электродного огарка.

Имеют место порезы рук острыми кромками деталей, ушибы падающими деталями и другие травмы, являющиеся, как правило, следствием неосторожности при выполнении сварочных или подготовительных работ. Для зачистки швов, устранения дефектов поверхности, снятия заусенцев и слоя металла после огневой резки, подгонки и подготовки кромок под сварку применяют механизированный инструмент – пневмозубила, переносные шлифовальные машинки с электро- или пневмоприводом. При нарушении правил безопасности при работе с этим инструментом возможны травмы самого различного характера.

При выполнении сварочных работ на высоте и отсутствии соответствующих средств и ограждений возможно падение работающих, что ведет к ушибам, а также к тяжелому травматизму, в том числе к несчастным случаям с летальным исходом.

В технологическом процессе газовой сварки и резки могут использоваться баллоны, находящиеся под давлением, ацетиленовые генераторы. Нарушение правил эксплуатации этого оборудования может привести к взрывам и тяжелому травматизму.

3.7 Кузнечно-прессовые цеха

Условия труда в кузнечно-прессовых цехах характеризуются наличием большого количества производственных факторов [2; 22; 34; 38; 40; 55]. Перечень производственных факторов кузнечно-прессовых цехов и характеристика их источников возникновения приведены в таблицах 3.21–3.22.

Санитарно-гигиенические условия в цехах характеризуются наличием в воздухе производственного помещения вредных токсичных веществ: масляного аэрозоля, образующегося при смазывании штампа, и продуктов сгорания смазочных материалов (минеральных масел, масел животного происхождения, сухих мыл консистентных смазочных материалов, воска,

эмульсий, водяных растворов мыла, синтетических масел, графитных смазочных материалов); сернистого газа, окиси углерода, сероводорода и др. Концентрации пылевидных частиц, окалины и графита, сдуваемых сжатым воздухом с поверхности матриц, штампов и поковок, в воздухе рабочей зоны составляют 3,9–4,1 мг/м³, за прессами могут достигать 22–138 мг/м³ (при отсутствии местных отсосов).

Выделения токсичных газов от нагревательных печей в молотовых и прессовых пролетах достигают 3–7 г СО при сжигании 1 кг природного газа и 2,2–5,2 г SO₂ при сжигании 1 кг мазута. При сжигании 1 м³ природного газа образуется 0,21 г NO, 0,21 г NO₂; при сжигании 1 кг мазута – 58 г СО, 0,33 г NO, 0,33 г NO₂, 0,714 г SO₂. В цех попадает до 10 % общего количества вредных веществ, выделяемых при сгорании топлива.

Кузнечно-прессовые цеха характеризуются значительными выделениями теплоты, передаваемой излучением и конвекцией. Интенсивность теплового потока у нагревательных печей, прессов и молотов составляет 1,4–2,1 кВт/м², у мест складирования заготовок, пультов управления и кабин крановщиков – 1–1,95 кВт/м², у мест складирования изделий послековки – 0,5–1 кВт/м²; на рабочих местах при нагреве металла на высокочастотных установках – 0,24–0,3 кВт/м², выделения теплоты от электропечей – до 2,2 МДж·ч на 1 кВт мощности печи.

Кузнечно-прессовые цеха характеризуются повышенным шумом (табл. 3.23) и вибрациями. Амплитуда колебаний шабота молота достигает 7–8 мм, фундамента молота – 0,56–0,08 мм, жесткого фундамента молота – до 1,2 мм.

Время воздействия вибраций на кузнеца равно 7,5–10 периодам колебаний фундамента. Общее время воздействия вибраций зависит от числа ударов, наносимых в смену. Число ударов пневматических молотов в минуту составляет 95–210, бесшаботных молотов – 6–10. Штамповочные молоты наносят 3000–5500 ударов в смену. Коэффициент использования числа ударов в минуту находится в пределах 0,25–0,75.

Между двумя последовательными ударами данного молота могут быть по крайней мере пять ударов соседних молотов. Молот обычной конструкции с отношением соударяющихся масс, равным 25, установленный на дубовую подушку, имеет собственную частоту колебаний 14–17 Гц. Продолжительность непосредственно удара находится в интервале 0,0008–0,01 с.

Таблица 3.21 – Характеристика производственных факторов при работе в кузнечно-прессовых цехах

Оборудование	Опасные и вредные производственные факторы									
	Повышенный уровень шума	Повышенный уровень вибрации	Теплоизлучения	Масляный аэрозоль	Оксид углерода	Сернистый газ	Окалина	Подвижные части	Цианистый водород, аммиак	Пары воды
Молотовые пролеты	+	+	+	+			+	+		
Пролеты с прессами и ковочными машинами	+		+	+			+	+		
Термические цеха			+		+	+	+		+	+
Нагревательные печи:										
- топливо газ			+		+	+				
- топливо мазут			+		+	+				
- индукционный нагрев			+							

Таблица 3.22– Перечень процессов, операций и оборудование, которые являются источниками ОиВППФ

Наименование процессов, операций, оборудования и профессий	Опасные и вредные производственные факторы
Транспортирование металла, заготовок, поковок (штамповок) – крановщики	Подвижные части оборудования, материалы, заготовки. Острые кромки, заусеницы и шершавости на поверхности металла, заготовок, инструмента. Оксид углерода. Повышенная температура воздуха
Нагревание металла для резания заготовок – нагревательницы, резальницы металла	Повышенный уровень инфракрасного излучения. Оксид углерода. Высокая температура поверхности оборудования
Нагревание заготовок дляковки и штамповки – нагревательницы, кузнецы – штамповщики и их подручные	Повышенная температура и подвижность воздуха рабочей зоны. Повышенный уровень инфракрасной радиации и температура нагретой поверхности оборудования. Повышенный уровень шума. Оксид углерода и азота. Динамическая и статическая перегрузки
Электронагрев для резки заготовок,ковки и штамповки – нагревательницы, штамповщики	Те же факторы и повышенный уровень электромагнитных полей
Отладка кузнечно- прессового оборудования – слесари по ремонту оборудования	Динамическая и статическая перегрузки. Повышенная температура и подвижность воздуха. Повышенный уровень шума. Повышенный уровень электромагнитных полей
Ковка и штамповка – кузнецы, штамповщики и их подручные, машинисты молотов, прессов, манипуляторов, кузнецы горизонтально-ковочных машин	Повышенная температура и подвижность воздуха рабочей зоны. Повышенный уровень инфракрасной радиации и температура нагретой поверхности оборудования. Повышенный уровень электромагнитных полей, Повышенный уровень шума и вибрации общей и локальной. Динамическая и статическая перегрузки. Отлетающая окалина
Очистка поковок в дробометальных камерах - дробометники	Повышенная за пыльность. Повышенный уровень шума. Динамическая и статическая перегрузки. Вылет дроби
Очистка поковок на заточных станках	Повышенная за пыльность. Повышенный уровень шума и локальной вибрации. Динамическая и статическая перегрузки
Травление в кислотах - травильщики	Загрязнение воздушной среды парами кислот. Динамические перегрузки

Опасность поражения электрическим током возникает при использовании печей сопротивления для нагрева заготовок, потребляющих мощность 15–330 кВт при напряжении на клеммах 50–80 В. При индукционном нагреве средняя мощность, передаваемая от генератора к индуктору, в кузнечно-прессовых цехах составляет 15–350 кВт, напряжение – до 1000 В, частота 50–300 000 Гц. Наиболее часто используют генераторы частотой 1 000, 2 500 и 8 000 Гц. Напряженность магнитного поля при частоте 50 Гц достигает $8 \cdot 10^5$ А/м, что превышает допустимые величины.

Питание силовых и осветительных электроприемников осуществляется при напряжении 380/220 В от общих трансформаторов с глухозаземленной нейтралью отдельными силовыми и осветительными линиями.

При проведении работ в кузнечно-прессовых цехах существует опасность возникновения пожаров из-за скопления масла в приемках под прессами. Температура самовоспламенения нефтяных масел 250–400°C, мазута – 380–420°C. Пожары могут возникнуть в подвальных помещениях, на складах сгораемых материалов или материалов в сгораемой упаковке, стеллажных складах, закрытых электромашинных помещениях и т. д. Пожар может возникнуть также при обработке легковоспламеняющихся металлов, например поковок из магния и его сплавов. Магниева пыль, осевшая на металлоконструкциях, склонна к самовоспламенению.

При пуске газовых нагревательных печей вследствие неправильного зажигания, при внезапной остановке дутья, просачивании газа в производственное помещение, а также при подсосе воздуха внутрь газовых устройств может произойти взрыв.

В мастерской по приготовлению технологических смазочных материалов используют горючие материалы (керосин, масла, спирты и пр.).

Опасность травмирования работающих в кузнечно-прессовых цехах связана с видом операций, уровнем механизации, организации производства, конструктивным несовершенством кузнечно-прессового оборудования и др.

Неисправность молота или пресса, недостаточный или чрезмерный нагрев заготовок, нарушение технологического процесса, неправильное крепление штампа, применение несоответствующего или неисправного инструмента и приспособлений, плохая организация рабочего места, недостаточные знания и опыт, отсутствие дисциплины по выполнению требований техники безопасности создают опасные условия и приводят к травмам.

Таблица 3.23 – Уровни звуковой мощности оборудования кузнечно-прессовых цехов (дБ) при суммарной длительности воздействия за смену более 4 часов

Оборудование	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ковочный молот	123	124	121	121	121	115	115	106	126
Горячештамповочный кривошипный пресс	115	120	119	118	118	117	113	106	123
Пресс ДС-135/800 при вырубке штампом									
– прямым	120	134	135	134	135	131	128	123	140
– скошенным	120	119	123	123	123	120	115	108	128
Холодновысадочный автомат А-1219	102	103	105	108	110	109	107	102	115
Гаечный автомат А-4Д	102	105	105	109	109	107	104	99	114
Обрезной автомат А- 233	103	109	112	116	112	109	105	98	117
Кривошипный пресс АМР-30	98	104	106	108	105	103	97	93	110
Холодновысадочный автомат А-1914	95	97	100	103	102	100	97	95	107
Холодновысадочный четырехпозиционный автомат А- 1822	98	104	106	105	105	102	99	94	110
Резьбонакатный автомат А-2528	95	100	104	108	110	108	105	101	115

Продолжение таблицы 3.23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодновысадочный автомат А-121	99	102	106	109	109	107	106	101	114
Проволочно-гвоздильный автомат А-714	104	107	110	115	116	111	110	105	120
Кривошипный пресс ГП-1	102	106	108	110	112	112	109	104	117
Однокривошипный двухстоечный пресс К2130Б	93	94	97	96	93	95	92	89	100
Холодновысадочные автоматы:									
А-1916, А-1914	88	92	92	95	93	88	83	79	98
А-1617	87	88	89	100	88	85	84	81	93
АБ-120	90	91	95	100	100	95	94	93	105
А-411	92	89	95	94	93	89	86	85	98
А-231 обрезной	96	95	100	102	102	99	96	93	107
М-250	95	96	98	102	103	102	105	95	108

Обычно причинами травмирования работающих на молотах и прессах являются:

- поломка штока, поршня, бабы и штампа вследствие их недостаточного прогрева или возникновения трещин;
- подъем бабы молота на высоту больше установленной вследствие нарушения механизма распределения пара (воздуха) или неправильного управления молотом, разъединение штока с падающими частями молота и последующий удар поршня о верхнюю крышку цилиндра, срыв поршня со штока;
- поломка крышки цилиндра молота вследствие ударов поршня, разрыв трубопровода от образования конденсата в цилиндре;
- применение неправильных приемов работы при извлечении заготовки, залипшей в штампе;
- вылет крепящих штамп клиньев, сухарей, подкладок, отлетание металла и окарины и др.;
- неправильные приемы работы на подъемно-транспортных механизмах, отсутствие безопасных проходов, проездов и т. д.

В заготовительных отделениях характерными травмами являются телесные повреждения рабочих при удалении обвязочной проволоки, ранения отлетающими осколками при ломке заготовки, ушибы заготовками при их перемещении по роликовому конвейеру и концами прутков при резке, порезы рук об острые кромки и заусеницы заготовок.

При эксплуатации нагревательных печей травмирование работающих возможно при доставке металла к печам вследствие падения заготовок, движущимися толкателями и выталкивателями печей, при подправке вручную заготовок на загрузочных столах нагревательных печей, при ручной кантовке или подправке нагреваемого в печах металла, при взрывах сварочного шлака из-за попадания шлака в воду или на сырые места. Могут происходить ушибы и ожоги нагретыми заготовками, ожоги при очистке подины печей от шлака, отравление газом и др.

3.8 Работы с электрооборудованием

Электротехнические объекты являются обязательной составляющей частью любого производства. Вопросы предотвращения электротравматизма постоянно уделяется большое внимание [10; 13; 15; 16; 30; 51; 64]. При проектировании нового электрооборудования необходимо проводить анализ опасного и вредного воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитного поля.

Анализ возможных опасных и вредных производственных факторов необходимо проводить **по следующей схеме:**

- характеристика электрооборудования (номинальное напряжение, род и частота тока, способ электроснабжения, режим нейтрали, вид исполнения);

- характеристика условий эксплуатации электрооборудования (на открытом воздухе или в помещении, тип помещения по опасности поражения электрическим током и по характеру среды – таблицы Л.3–Л.4);

- перечень возможных причин травматизма, вероятность их проявления (статистические данные – таблицы 3.24–3.27);

- анализ характера возможного прикосновения человека к элементам цепи тока (однофазное или двухфазное прикосновение; прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением; возможность приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстояние меньше допустимого или попадания в зону растекания электрического тока);

- анализ возможных видов воздействия электрического тока и типов травм (таблицы 3.28–3.29);

- анализ пожароопасности электроустановки.

Основными причинами электротравматизма являются:

- недостаточная обученность, несвоевременная проверка знаний персонала, который обслуживает электроустановки;

- нарушение правил устройства, технической эксплуатации и техники безопасности электроустановок;

- неправильная организация труда;

- неправильное расположение пусковой аппаратуры и распределительных устройств, загроможденность подходов к ним;

- нарушение правил выполнения работ в охранных зонах ЛЭП, электрических кабелей и линий связи;

- неисправность изоляции, из-за чего металлические нетоковедущие части оборудования оказываются под напряжением;

- обрыв заземляющего проводника;

- использование электрозщитных устройств, не отвечающих условиям выполнения работ;

- выполнение электромонтажных и ремонтных работ под напряжением;

- применение проводов и кабелей, которые не соответствуют условиям производства и величине напряжения;

- низкое качество соединений и ремонта;

- недооценка опасности тока и «шагового напряжения», возникающего, когда ноги человека находятся на участках с различными электрическими потенциалами;

- ремонт оборванного нулевого проводника воздушной линии при неотключенной сети;

- питание нескольких потребителей от общего пускового устройства с защитой предохранителями, рассчитанными на выключение наиболее мощного из них, или от одной группы распределительного шкафа;
- недооценка необходимости выключения электроустановки (снятия напряжения) в нерабочие периоды;
- выполнение работ без индивидуальных средств электрозащиты или использование защитных средств, не прошедших очередное испытание;
- невыполнение периодических испытаний, в частности проверок сопротивления изоляции (электросетей, обмоток электродвигателей, катушек коммутационной аппаратуры, реле) и сопротивлений заземляющих устройств;
- пользование электроустановками, сопротивление изоляции которых не превышает нормативных значений;
- использование электроустановок кустарного изготовления, изготовленных с нарушением требований правил электробезопасности;
- неквалифицированный инструктаж рабочих, которые используют ручные электрические машины;
- отсутствие контроля за действиями работников со стороны ИТР или исполнителей работ;
- отсутствие маркировки, предохранительных плакатов, блокировок, временных ограждений мест электротехнических работ.

Эти причины можно сгруппировать по следующим факторам:

- прикосновение к токоведущим частям под напряжением вследствие несоблюдения правил безопасности, дефектов конструкции и монтажа электрооборудования;
- прикосновение к нетоковедущим частям, которые случайно оказались под напряжением (повреждение изоляции, замыкание проводов);
- ошибочная подача напряжения в установку, где работают люди;
- отсутствие надежных защитных средств.

Статистические данные свидетельствуют о том, что доля электроtraвм в общей совокупности несчастных случаев почти во всех отраслях величина одного порядка – таблица 3.24.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от следующих факторов:

- род тока, величина напряжения и тока;
- частота электрического тока;
- величина сопротивления тела человека;
- путь тока через тело человека;
- продолжительность воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условия внешней среды.

Таблица 3.24 – Доля электротравм по отраслям

Отрасль	Доля электротравм в общей совокупности несчастных случаев, %
Электроэнергетика	29
Строительство, промышленность строительных материалов	11,3
Химическая, нефтехимическая и газовая промышленность	13,7
Металлургическая промышленность	9,5
Угольная промышленность	5
Пищевая промышленность	13
Предприятия связи, автотранспорта и шоссейных дорог	23
Железнодорожный транспорт, транспортное строительство	13
Сельское хозяйство	9,3
Электротехническая промышленность	14
Машиностроение и судостроение	10
Лесная, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность	2
Текстильная и легкая промышленность	17
Среднее по всем отраслям	11,8

Доля электротравм в общей совокупности несчастных случаев зависит от различных факторов, в том числе от вида электроустановок (таблица 3.25), от характеристик электрического тока (таблица 3.26), и вида работ, проводимых в электроустановках (таблица 3.27).

Таблица 3.25 – Электротравматизм в зависимости от вида электроустановок

Вид электроустановок (ЭУ)	Доля электротравм, %
Высоковольтные линии	33,4
Машины электрифицированные	14,8
из них: передвижные	11,2
переносные и ручные	2,8
Установки сварочные	5,8
Установки нагревательные	3,3
Светильники	4
Электроподъемники	3,9
ЭУ с изолированной нейтралью	42
ЭУ с заземленной нейтралью	52,4
ЭУ с прочими режимами	5,6

Таблица 3.26 – Доля электротравм в зависимости от характеристик электрического тока

Характеристика электрического тока	Доля электротравм, %
Переменный ток промышленной частоты	
напряжение 12–60 В	0,5
напряжение 65-90 В	2,5
напряжение 220 В	16,3
напряжение 380 В	31
напряжение 6 кВ	16,4
напряжение 10 кВ	21,7
напряжение 27,5 кВ	1,5
напряжение 35 кВ	2
напряжение 110 кВ	1,4
Постоянный ток	1,7
Прочие напряжения и токи	5

Таблица 3.27 – Электротравматизм в зависимости от вида работ

Вид работ	Доля электротравм, %
Классификация по содержанию работ	
Работы электротехнические, всего	49,5
из них: монтаж, демонтаж	9,3
включение, отключение	5,2
оперативные переключения	1,8
профилактика	7,5
осмотр	4,2
испытания	18,6
ремонт	2,9
те же работы в аварийных условиях	1,3
Работы электротехнологические	6,9
Работы не электротехнические	9,7
Классификация по месту проведения	
Помещения, всего	44,1
из них: повышенной опасности	11,6
особо опасные	31,1
Территория, всего	55,9
из них: территория предприятия	26,5
строительные площадки	10,3
зоны высоковольтных линий	8,4
населенный пункт	6,4
дорога (возле дороги)	4,2

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электро-

травм и профессиональных заболеваний. Виды воздействия электрического тока на человека приведены в таблице 3.28.

Таблица 3.28 – Виды воздействия электрического тока на человека

Вид воздействия	Характеристика воздействия
Термическое воздействие	Проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагрее до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства
Электролитическое воздействие	Проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава
Механическое воздействие	Приводит к разрыву тканей и переломам костей
Биологическое воздействие	Проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов

Условно все электротравмы можно свести к следующим видам:

- местные электротравмы – ярко выраженные местные нарушения целостности тканей, местные повреждения организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги;
- общие электротравмы (электрические удары) – травмы, связанные с поражением всего организма из-за нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем человека;
- смешанные электротравмы.

Примерное распределение несчастных случаев от электрического тока в промышленности по указанным видам травм:

- 20% – местные электротравмы;
- 25% – электрические удары;
- 55% – смешанные травмы, т. е. одновременно местные электротравмы и удары.

Местная электротравма – ярко выраженное местное нарушение целостности тканей тела, в том числе костных тканей, вызванное воздействием электрического тока или электрической дуги. Чаще всего это поверхностные повреждения, т. е. поражения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей.

Характерные местные электрические травмы – электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Примерно 75% случаев поражения людей током сопровождается возникновением местных электротравм. Распределение случаев поражения по видам электротравм представлено в таблице 3.29.

Таблица 3.29 – Распределение случаев поражения по видам электротравм

Виды травм	% от общего числа электротравм
Электрические ожоги	40%
Электрические знаки	7%
Металлизация кожи	3%
Механические повреждения	0,5%
Электроофтальмия	1,5%
Смешанные травмы	23%
Всего	75%

При проведении анализа производственных факторов необходимо учитывать, что работа в электроустановках может привести не только к воздействию электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей, но и к воздействию других производственных факторов:

- движущихся частей оборудования;
- частей оборудования, нагревающихся до высоких температур;
- опасных и вредных материалов, используемых в конструкции оборудования, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации;
- шума и ультразвука;
- вибрации;
- теплового, оптического и рентгеновского излучения;
- возникновения пожара и взрыва.

Кроме того, возможно дополнительное проявление производственных факторов, связанное с типом производства, используемого электроустановку. Особенности производств рассмотрены в разделах 3.1 – 3.7.

Пожарная опасность электроустановок

Возникновению пожара способствует наличие на объекте горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. В качестве горючего компонента могут служить строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, окна, двери, полы, мебель, стеллажи, изоляция силовых и сигнальных кабелей, а также радиотехнические детали и соединительные провода электронной схемы. Окислителем служит кислород воздуха. Источником воспламенения являются электрические искры, дуги и перегретые опорные поверхности, радиоизделия и элементы. Источники воспламенения возникают в электронных схемах, кабельных линиях и т. п. [3].

Таким образом, при эксплуатации электроустановок (ЭУ) могут присутствовать все три основных фактора, способствующих возникновению пожара. Вероятность их одновременного взаимодействия в различных установках не всегда одинакова.

Для электронных устройств характерно частое появление источников открытого огня при коротких замыканиях, пробоях и перегрузках. Однако мощность и продолжительность действия этих источников воспламе-

нения сравнительно малы, поэтому горение, как правило, не получает развития. Возникновение пожара в электронных устройствах возможно, если они изготовлены из горючих изоляционных материалов.

Кабельные линии электропитания состоят из горючего изоляционного материала, и поэтому являются наиболее опасным элементом.

ЭУ представляют сложный комплекс электрических цепей. По пожарной опасности их можно сравнить с обычными электрическими цепями. При прохождении электрического тока по проводникам и изделиям выделяется тепло. Если на каком-либо участке электронной схемы количество выделяемого тепла превысит допустимый предел, то происходит его перегрев. При соприкосновении перегретых элементов и изделий с горючими веществами и материалами могут возникнуть загорания и пожары. Практика показывает, что источники пламени в электронной схеме могут возникать в результате сильного нагревания и излучения тепла деталями, которые могут воспламенить близлежащие детали, изготовленные из легковоспламеняющихся материалов; загорания трансформаторов, дросселей и резисторов, когда через них проходит ток, превышающий величину, допустимую для данного изделия; нарушения изоляции монтажных проводов, пробоя конденсаторов, короткого замыкания, вследствие чего происходит пробой деталей и возникает электрическая дуга.

Надежность работы радиоэлектронных изделий гарантируется только в определенных интервалах температуры, влажности, тока и напряжения. Ввиду возможных отклонений электрических и климатических параметров, а также ухудшения технического состояния устройств элементы электронной схемы являются наиболее вероятными и частыми источниками открытого пламени и высоких температур.

Причиной возникновения загорания в радиотехнической схеме может явиться небрежное исполнение и нарушение правил монтажа. Наличие оголенных концов монтажных проводов при их случайном сближении приводит к короткому замыканию. Особенно это опасно при монтаже разъемных плат: применяемые разъемы с плавающими контактами при перекосе могут сблизить подводящие проводники и также вызвать короткое замыкание.

Под действием вентиляционных потоков воздуха, применяемых для охлаждения, возможна вибрация отдельных элементов аппаратуры, которая может ослаблять болтовые и винтовые соединения деталей и проводников, вызывая увеличение переходных контактных сопротивлений и их перегрев.

В ЭУ применяются изоляционные материалы, которые являются горючими. Важнейшими органическими электроизоляционными материалами являются естественные и синтетические смолы; пластмассы на основе смол и эфиров целлюлозы; волокнистые материалы; электроизоляционные пленки; материалы на основе каучука; электроизоляционные жидкости; воскообразные вещества; лаки, компаунды и различные сорта клея. Почти

все синтетические смолы и пластмассы на их основе являются горючими материалами.

Многие электроизоляционные материалы нетеплостойки. Нарушение температурного режима может привести к их разложению с выделением пожароопасных побочных продуктов и потерей диэлектрических характеристик.

Причиной возникновения пожара в силовых и высоковольтных анодных трансформаторах являются короткие замыкания оголенных проводов, плохие контакты на клеммах и ухудшение диэлектрических свойств электроизоляционных материалов. Вследствие этого образуются искры, наблюдаются горение проводов и прогорание текстолитовых плат.

Генераторы и электродвигатели имеют одинаковую пожароопасность. Пожарная опасность электродвигателя заключается в возможности возникновения загорания на обмотках или клеммах от коротких замыканий, а также перегрузок. Пожарная опасность электродвигателей может быть значительно уменьшена при правильном выборе и расчете аппаратов защиты (плавких предохранителей, тепловых реле, автоматов). Установка плавких предохранителей и тепловых реле с завышенным, а также с заниженным номинальным током срабатывания во многих случаях приводит к ухудшению работоспособности системы электропитания и увеличению вероятности загораний.

Практика показывает, что кабельные линии, служащие для подачи электропитания и передачи электрических сигналов, являются наиболее пожароопасным местом. Почти все крупные пожары возникали на силовых кабельных линиях вследствие нарушения правил укладки их, эксплуатации при повышенной температуре, что приводило к ускорению старения изоляции кабелей и короткому замыканию. Кабель должен соответствовать номинальным параметрам сети, условиям окружающей среды, температурному режиму и снабжен аппаратами защиты.

По данным статистики, от короткого замыкания в электрических сетях, машинах и аппаратах происходит в среднем 43,3% пожаров, от воспламенения горючих материалов и предметов, находящихся в непосредственной близости от электропотребителей или соприкасающихся с ними (перегрев опорных поверхностей) – 33,2%, при токовых перегрузках – 12,3%; от перегрева мест соединения токоведущих частей в результате образования больших переходных сопротивлений – 4,6%; от воздействия на окружающую среду электрической дуги и электрического искрения, возникающих при разрыве цепей – 3,3%; от нагрева конструкций при переходе (выносе) на них напряжений – 3,3%.

В зависимости от вида электрооборудования пожары возникают от электропроводок – 41% (в том числе 29% от осветительных и 12% от силовых); от электронагревательных приборов – 26,2%; от электродвигателей – 7,1%; от светильников – 4,6%; от радиоприемников и телевизоров – 3,6%; от аппаратов управления – 3,6%; кабельных линий – 2,4%; от установочных электроизделий (штепсельные соединения, выключатели, патроны,

предохранители) – 2,3; от силовых трансформаторов – 1,4%; от прочих видов электрооборудования – 7,8%,

3.9 Подъемно-транспортные работы

Подъемно-транспортные работы цехов машиностроительных заводов весьма разнообразны [2; 4; 27–29; 39; 57]. Подъемно-транспортные средства очень разнообразны. Они включают простые устройства (блоки, ручные лебедки, домкраты) и подъемно-транспортные машины (транспортирующие и грузоподъемные машины). К транспортирующим устройствам относятся: пневматические и гидравлические устройства, ленточные, цепные, винтовые и роликовые конвейеры, вагонетки, автомашины, автокары и т.п. К грузоподъемным машинам относятся подъемники и краны. Анализ травматизма показал, что большая часть несчастных случаев приходится на работы, на которых используются грузоподъемные машины.

В соответствии с ГОСТ 12.3.033-84 «Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации» при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования на рабочих могут влиять следующие факторы:

- движущиеся машины, их рабочие органы и части, а также перемещаемые машинами изделия, конструкции, материалы;
- обрушивающиеся грунты и горные породы;
- разрушающиеся конструкции машин;
- повышенная загазованность, запыленность и влажность воздуха рабочей зоны;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);
- повышенная или сниженная температура воздуха на рабочем месте;
- повышенная скорость воздуха в рабочей зоне машины;
- повышенный уровень вибрации на рабочем месте;
- повышенный уровень шума в рабочей зоне;
- недостаточная видимость рабочей зоны из кабины машиниста;
- физическая и нервно-психическая перегрузки машиниста.

В соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» могут возникнуть большое количество опасностей, связанных с эксплуатацией грузоподъемных кранов и машин.

Основные виды опасности, опасных ситуаций и опасных случаев, которые могут возникнуть во время нормальной эксплуатации и в случае нарушения условий нормальной эксплуатации грузоподъемных кранов и

машин, грузозахватывающих устройств, тары и которые представляют опасность для обслуживающего и ремонтного персонала:

- механические виды опасности, связанные с подъемными операциями грузоподъемными кранами и машинами, грузозахватывающими устройствами, тарой;

- механические виды опасности, связанные с составными частями грузоподъемных кранов и машин, грузозахватывающие устройствами, тарой и люльками, с перемещаемыми грузами;

- электрические виды опасности;

- термические виды опасности;

- опасность, вызванная шумом;

- опасность, вызванная вибрацией;

- опасность, вызванная вредными веществами (и их компонентами), которые использует или выделяет работающий кран, а также перемещаемые грузы;

- опасность, вызванная пренебрежением эргономичных требований и принципов во время разработки машин;

- опасность, вызванная неожиданным пуском, неожиданным превышением скорости и т.п.;

- опасность, вызванная ошибками (дефектами) во время установки или монтажа крана или машины;

- опасность, вызванная поломками во время работы;

- опасность, вызванная падающими предметами (инструмент, детали крана, вещи обслуживающего и ремонтного персонала и т.п.);

- опасность, вызванная поступательным движением крана, машины, грузовых тележек:

- опасность, связанная с рабочим местом машиниста крана или машины (водителя);

- опасность, связанная с системой управления;

- опасность, связанная с источниками и передачей энергии;

- опасность, связанная с третьими лицами;

- опасность, связанная с неблагоприятными естественными факторами:

- опасность, связанная с недостаточно полной инструкцией по эксплуатации установки и инструкции по охране труда для машиниста.

Характеристика опасностей, возникающих во время эксплуатации грузоподъемных кранов и машин приведена в таблице 3.30.

Таблица 3.30 – Характеристика опасностей, возникающих во время эксплуатации грузоподъемных кранов и машин

Вид опасности	Характеристика опасности, их причины
Механические виды опасности, связанные с подъемными операциями грузоподъемными кранами и машинами	Падение груза, столкновение, перебрасывание крана (машины) вследствие: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточной устойчивости крана или машины; – неконтролируемой загрузки, перегрузки, превышения перекидного грузового момента; – неконтролируемой амплитуды движения механизмов и составных частей крана; – неожиданного или непредвиденного движения груза; – несоответствующих грузозахватывающих органов, устройств и тары; – столкновения нескольких кранов или машин
	Доступ работников к грузозахватывающим органам, устройствам, таре и люлькам
	Сход крана или машины с рельсов
	Недостаточная механическая прочность составных частей и деталей
	Несоответствующая конструкция шкивов и барабанов
	Неправильный выбор цепей, канатов, грузозахватывающих органов, устройств, тары и люлек и их неправильная установка (навешивание) на кран или машину
	Неконтролируемое опускание груза механизмом с фрикционным тормозом
	Несоответствующие условия для установки, монтажа, демонтажа, отладки, испытания, эксплуатации, ремонта, реконструкции и модернизации
Механические виды опасности, связанные с составными частями грузоподъемных кранов и машин	Действие груза на работников (нанесение удара грузом или противовесом);
	Обусловленные, например формой, местом установки, массой и устойчивостью, массой и скоростью, ускорением, недостаточной механической прочностью, которая может привести к опасным поломкам или к разрушениям, накоплением энергии внутри грузоподъемного крана или машины, нарушением безопасных расстояний в результате может произойти: сдавливание; порез; разрыв или отсечение; наматывание, втягивание или увлечение частей одежды и т.п.; удар; укол или прокалывания; разбрызгивание жидкости под высоким давлением; потеря устойчивости элементов; скольжение, преткновение или падение (на кране или из крана) работников

Продолжение таблицы 3.30

Вид опасности	Характеристика опасности, их причины
	Происходящие по причине:
Электрические виды опасности	- контакта работников с частями, которые обычно находятся под напряжением (прямой контакт)
	- контакта работников с частями, которые находятся под напряжением при неисправности (косвенный контакт)
	- приближение работников к частям, которые находятся под высоким напряжением
	- несоответствие изоляции для предусмотренных условий использования
	- электростатических процессов, например контакта работников с электрически заряженными частями
	- термического излучения или таких процессов, как разбрызгивание расплавленных веществ, химических процессов во время коротких замыканий, перегрузок и т.п.
	- удара молнии
Термические виды опасности	Контакт работников с предметами или материалами с очень высокой или низкой температурой
	Вызванные: - пламенем или взрывом
	- излучением источников тепла - работой в горячей или холодной производственной среде
Опасность, вызванная шумом	Приводящая к: продолжительным нарушениям остроты слуха; звону в ушах; усталости, стрессу и т.п.; другим последствиям, например, к нарушениям равновесия, ослабление внимания и т.п.; ухудшению языковым коммуникациям, акустическим сигналам и т.п.
Опасность, вызванная вибрацией	Приводящая к значительным нарушениям здоровья (сбой сосудистой и нервной систем, нарушение кровообращения, болезни суставов и т.п.)
Опасность, вызванная вредными веществами	Возникает вследствие вдыхания, заглатывания обслуживающим и ремонтным персоналом вредных для здоровья жидкостей, газов, аэрозолей, паров и пыли, а также их контакта с кожей, глазами и слизистой оболочкой, проникновения через кожаный покров
	Возникает вследствие пожаро- и взрывоопасности

Продолжение таблицы 3.30

Вид опасности	Характеристика опасности, их причины
Опасность, вызванная отсутствием учета эргономичных требований	Неудобная рабочая поза или чрезмерная или повторяющаяся физические нагрузки на организм работника
	Пренебрежение средствами индивидуальной защиты
	Недостаточное местное освещение
	Умственная перегрузка, стресс и т.п., возникающие во время рабочего процесса, процесса контроля работы крана или машины или технического обслуживания в пределах их использования по назначению
	Ошибки, неправильное поведение работника
	Неудобная конструкция, размещение или маркировка элементов управления
	Неудобная конструкция или размещения приборов контроля
Опасность, вызванная неожиданным пуском, неожиданным превышением скорости и т.п.	Выход из строя или нарушение в работе системы управления
	Прекращение подачи энергии и восстановление энергоснабжения после перерыва
	Внешнее влияние на электрооборудование
	Другие внешние влияния (сила веса, ветер и т.п.)
	Ошибки в программном обеспечении
	Ошибки машиниста крана или машины (из-за недостаточного соответствия крана или машины способностям и навыкам машиниста);
Опасность, вызванная ошибками	Ошибки (дефекты) во время установки или монтажа крана или машины
Опасность, вызванная поломками во время работы	Усталостное разрушение
	Недопустимая величины деформации
	Критическое срабатывание
	Коррозия
Опасность, вызванная падением	Падающие предметы: инструмент, детали крана, вещи обслуживающего и ремонтного персонала и т.п.

Продолжение таблицы 3.30

Вид опасности	Характеристика опасности, их причины
Опасность, вызванная поступательным движением крана, машины, грузовых тележек	Движение во время запуска двигателя
	Движение при отсутствии машиниста на своем месте
	Движение при отсутствии надежного закрепления всех составных частей, деталей
	Слишком высокая скорость крана, машины, грузовой тележки, которые управляются с пола;
	Слишком высокие колебания (крана, груза) во время движения
	Недостаточная способность крана или машины к замедлению, выключению, остановке и удержанию
Опасность, связанная с рабочим местом машиниста	Падение во время попытки занять или покинуть рабочее место
	Выброс газов или недостаток кислорода на рабочем месте
	Пожар (воспламеняемость кабины, недостаток средств пожаротушения)
	Механические виды опасности на рабочем месте (контакт с колесами, наезд, падение предметов, проникновение предметов, поломка деталей, которые вращаются с высокой скоростью, контакт работников с составными частями, деталями крана)
	Недостаточный обзор с рабочего места
	Несоответствующее освещение
	Неудобное место для сидения
	Шум на рабочем месте
	Вибрация на рабочем месте
	Недостаточные возможности эвакуации или аварийного выхода
Опасность, связанная с системой управления	Неправильное размещение органов управления
	Неправильная конструкция органов управления и неправильный режим их работы
Опасность, связанная с источниками и передачей энергии	Опасность, связанная с двигателем и аккумулятором
	Опасность, связанная с передачей энергии между оборудованием крана или машины;
	опасность, связанная с соединениями и буксировкой

Продолжение таблицы 3.30

Вид опасности	Характеристика опасности, их причины
Опасность, связанная с третьими лицами	Несанкционированный запуск или эксплуатация
	Отсутствие или несоответствие визуальных или звуковых предупредительных сигналов
Опасность, связанная с неблагоприятными естественными факторами	Ветровая нагрузка
	Снеговая нагрузка
	Гололедица, обледенение
	Сейсмическая нагрузка
	Грозовые электрические разряды
Опасность, связанная с документацией	Недостаточно полная инструкция по эксплуатации установки
	Недостаточно полная инструкция по охране труда для машиниста

Согласно приведенному перечню производственных факторов при проведении подъемно-транспортных работ всегда имеются в наличие физические и психофизиологические факторы. Химические факторы могут проявляться при определенных условиях. Биологические факторы не являются характерными для данного вида работ.

Подробный перечень видов опасности, возникающих при нормальных и аварийных условиях эксплуатации оборудования, позволяет выбрать производственные факторы, характерные для конкретного вида оборудования.

Рассмотрим основные **опасные физические факторы**. Главным опасным фактором является то, что подъемно-транспортные машины (ПТМ) и другие транспортные средства имеют множество вращающихся и движущихся механизмов и частей оборудования. Количество травм, связанных с данным фактором, составляет от 18 до 21 % от общего количества травм, связанных с эксплуатацией ПТМ и других транспортных механизмов.

Анализ производственного травматизма, связанного с эксплуатацией ПТМ, показывает, что аварии и несчастные случаи происходят чаще всего из-за нарушения правил безопасности и эксплуатации. Наибольшее количество тяжелых травм происходит при перемещении грузов, прежде всего, из-за неправильной строповки груза или из-за несогласованных действий крановщика и стропальщика.

Опасным фактором, на который следует обратить внимание, является также поднимаемый или перемещаемый груз. Груз может оказаться причиной травмирования даже и без осуществления ошибочных действий, при использовании исправных строп и правильной строповке.

При эксплуатации и ремонте, осмотрах, чистках кранового оборудования обслуживающему персоналу приходится работать на высоте, что является опасным фактором и в определенных ситуациях приводит к несчастным случаям.

Тяжелые несчастные случаи происходят при падении башенных и некоторых стреловых кранов. Это возможно при перегрузке крана или падении крана в конце подкрановой колеи из-за отсутствия ограничителя движения и тупиковых упоров.

Опасные факторы также могут возникнуть и привести к несчастным случаям при осмотре и ремонте ПТМ и транспортного оборудования из-за неправильной организации этих работ, недостаточной квалификации и обучения работников, нарушения установленных правил.

Большинство ПТМ и механизмов работают с использованием электрической энергии, поэтому электрический ток также является опасным производственным фактором. Электротравмы могут возникнуть с появлением опасного напряжения на корпусах оборудования, при прикосновении с элементами оборудования токопроводящих проводов, при работе ПТМ близ линий высокого напряжения.

При эксплуатации экскаваторов может произойти потеря устойчивости машины или невольный сдвиг экскаватора в котловане, траншее, карьере. Потеря устойчивости возможная также при работе башенных кранов

из-за изменение уклона рельсового пути при оттаивании земляного полотна или его размыва атмосферными осадками.

Прорезиненная транспортная лента является пожароопасным материалом. При ее воспламенении и горении образуется большое количество вредных продуктов горения, которое в условиях, например, подземных работ может привести к отравлению людей из-за невозможности их быстрой эвакуации из задымленных зон.

При анализе опасных производственных факторов необходимо учитывать наличие рабочей и опасной зон машины.

Рабочая зона машины – пространство, в котором осуществляется перемещение машины и ее рабочего органа в процессе работы.

Опасная зона машины – пространство, в пределах которого постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе эксплуатации машин.

Вредные производственные факторы. Действие вредных физических производственных факторов при работе ПТМ и других транспортных механизмов определяется как характеристиками самого оборудования, так и характеристиками среды, в которой работают данные механизмы. Поэтому при освещении этого вопроса необходимо также уделить внимание условиям, в которых будет эксплуатироваться данное оборудование, так как условия окружающей среды достаточно весомо влияют на рабочих, которые обслуживают данное оборудование.

Шум, который создает подъемно-транспортное оборудование, как правило, лежит в пределах нормативных значений, однако это оборудование может использоваться в цехах, где высокий уровень шума создается технологическим процессом. Это характерно, например, для кузнечно-прессовых цехов, где уровни шума значительно превышают нормативы, а применять средства индивидуальной защиты от шума крановщики не могут через специфику их работы.

Отрицательное влияние на работающий могут оказывать метеорологические условия, которые отличаются от нормативов – перегрев организма при высоких и переохлаждение – при низких температурах. Переохлаждение возможно при работе в зимнее время на башенных кранах, а перегрев – при работе в разных металлургических производствах. В горячих цехах на рабочих местах на уровне пола градиент температуры составляет 1–1,5 °С. Поэтому в кабине крана на высоте 12–18 метров температура чаще всего превышает 40–45°С.

Увеличение концентрации вредных газов и паров с увеличением высоты наблюдается в металлургических цехах, химических производствах, термических цехах. Работа с пылящими материалами приводит к превышению ПДК по содержанию пыли. Это относится к работе экскаваторов, грейферных погрузчиков, транспортированию угля и пустой породы ленточными конвейерами и т.п.

Например, если подъемно-транспортное оборудование будет эксплуатироваться в литейных цехах, лицо внимание следует уделить опас-

ным и вредным производственным факторам этих цехов. В литейных цехах основными опасными и вредными производственными факторами есть: пыль, пары и газы, избыточная теплота, повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитные излучения.

Психофизиологические производственные факторы. Управление транспортными механизмами связано с повышенным напряжением зрительных анализаторов. Поэтому при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования необходимо значительное внимание уделить не только местному освещению (кабина машиниста, путь управления и др.), а и освещению всей зоны работы оборудования.

Работа обслуживающего персонала требует постоянного повышенного внимания. Поэтому в процессе трудовой деятельности возникает закономерный процесс - утомление. Установлено, что даже при незначительных физических нагрузках, но при работе с повышенной ответственностью за результаты работы наблюдается повышенная возбудимость нервной системы, постоянное нервное напряжение. Это приводит к утомлению всего организма, следствием чего являются снижения внимания и работоспособности человека, что может привести к выполнению ошибочных действий.

Перечисленные факторы не исчерпывают всех опасностей и вредностей, возникающих в условиях производства. Поэтому при анализе условий работы необходимо ориентироваться на конкретный технологический процесс. Данные по характеристике среды, в которой работают машины и механизмы приведены в разделах 3.1 – 3.7.

3.10 Автоматизированные и роботизированные производства

Автоматизация и роботизация нашли широкое применение в цехах с тяжелыми и вредными условиями труда. Промышленные роботы (ПР), роботизированные технологические комплексы (РТК), роботизированные технологические участки (РТУ), гибкие производственные системы (ГПС) – это более совершенный этап в комплексной автоматизации производства. Интеграция двух сфер (автоматизации обработки информации и автоматизации технологических производств) привело к появлению нового направления, получившего название гибких автоматизированных производств (ГАП). ГАП – это автоматизированное производство, предназначенное для выпуска мелкосерийной продукции разнообразной номенклатуры в быстро меняющихся производственных условиях с частой сменой номенклатуры готовой продукции. ГАП реализуется с помощью гибких производственных систем, в состав которых входят производственные модули и гибкие автоматизированные линии. Особенности условий труда в автоматизированных и роботизированных производствах хорошо освещены в литературе [2; 15; 44; 55].

Накопленный в мире опыт автоматизации и роботизации производственных процессов показывает, что проблемы безопасности еще полностью не решены. Обследование 4341 роботизированных рабочих места в Японии показало, что на каждые 100 РТК приходится: не менее четырех несчастных случаев в год, в том числе не менее одного - со смертельным исходом; 37% персонала, обслуживающего РТК, находится в опасных и критических ситуациях. Основными видами травм на роботизированных предприятиях являются травмы пальцев (33%), рук (1%), головы (16%), спины (11%), плеч (6%), ног (6%), шеи (3%), челюстные (3%), перелом ребер (3%). По данным специалистов, 38,1% несчастных случаев происходит в результате ошибочных действий человека, 61,9% – в результате отказов в работе и неуправляемых действий исполнительных механизмов роботов.

Научно-технический прогресс, облегчая труд, повышая его производительность и безопасность, не исключает полностью проблемы охраны труда и защиты окружающей среды. Это обусловлено наличием объективных и субъективных факторов:

- созданием производственных единиц большой мощности, ростом объемов производств и, следовательно, увеличением количества вредных веществ, поступающих в производственную среду;
- интенсификацией производственных процессов и, следовательно, убыстрением ритма производства;
- повышением сложности оборудования;
- появлением новых вредных и опасных производственных факторов;
- увеличением объема информации, поступающей для восприятия в единицу времени;
- отставанием темпов повышения квалификации персонала от темпов внедрения новой техники;
- отставанием сроков внедрения новых правил техники безопасности от сроков внедрения нового оборудования;
- недостаточной информацией об опасных и вредных факторах и методах предупреждения их возникновения;
- монотонностью труда и возрастанием гиподинамических нагрузок.

Применение в промышленности автоматов и роботов изменяет содержание работы человека, сокращает ручной неквалифицированный труд, улучшает условия труда и позволяет высвободить и направлять на более престижные работы значительное количество рабочих. Автоматы и роботы снижают травматизм на предприятиях. Но при их работе возможно воздействие на работающих новых физически опасных производственных факторов: подвижных устройств автоматов и роботов и передвигающегося (двигающегося) материала (изделий, заготовок, инструмента и т.п.).

Основными причинами, формирующими опасные, критические и аварийные ситуации при эксплуатации ПР, РТК, РТУ, ГПС, согласно ГОСТ 12.2.072-82 являются:

- непредусмотренные движения исполнительных устройств промышленных роботов при наладке, ремонте, во время обучения и исполнения управляющей программы;
- внезапный отказ в работе промышленного робота или технологического оборудования, совместно с которым он работает;
- ошибочные (непреднамеренные) действия оператора или наладчика во время наладки и ремонта при работе в автоматическом режиме;
- доступ человека в рабочее пространство робота, функционирующего в режиме исполнения программы;
- нарушение условий эксплуатации промышленного робота или роботизированного технологического комплекса;
- нарушение требований эргономики и безопасности труда при планировке комплекса и участка.

Установлено, что наиболее травмоопасной ситуацией является прямой контакт человека с машиной, когда человек выполняет такие операции, как перепрограммирование, наладку, ремонт, установку, снятие инструмента, монтаж, смазку или чистку, выявление причин и устранение неисправностей. Наибольшему риску быть травмированными при выполнении вышеперечисленных операций подвергаются работники следующих профессий: слесари-монтажники, сборщики, электротехники, наладчики, мастера.

Характеристика опасностей и вредностей на различных этапах эксплуатации роботизированных производств приведена в таблице 3.31.

При проектировании систем управления автоматизированных и роботизированных производств необходимо учитывать возможность возникновения следующих видов опасностей:

- опасности, связанные с системой управления;
- опасности, вызванные неожиданным сбоем системы управления;
- опасности, связанные с отсутствием учета эргономичных требований и принципов.

К опасностям, связанным с системой управления относят:

- неправильный выбор типа и количества средств отображения информации (СОИ);
- неправильная конструкция органов управления и неправильный режим их работы;
- неправильное размещение органов управления и СОИ;

Рассмотрим опасности, вызванные неожиданным сбоем работы системы управления. Сбой работы системы управления может произойти вследствие следующих событий:

- выход из строя или нарушение в работе элементов системы управления;
- прекращение подачи энергии и восстановление энергоснабжения после перерыва;
- внешнее влияние на оборудование;

- ошибки в программном обеспечении;
- ошибки оператора.

К опасностям, связанным с отсутствием учета эргономичных требований и принципов, относят:

- неудобную рабочую позу, чрезмерные или повторяющиеся физические нагрузки на организм оператора;
- недостаточный обзор с пульта управления;
- неудобная конструкция, размещение или маркировка элементов управления;
- неудобная конструкция или размещения приборов контроля;
- недостаточное освещение;
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;
- пренебрежение средствами индивидуальной защиты;
- умственная перегрузка, стресс и т.п., возникающие во время рабочего процесса, процесса контроля работы системы управления;
- ошибки, неправильное поведение оператора.

Анализ и правильное использование сведений о распределении, динамике и причинах производственного травматизма при эксплуатации автоматических линий, ПР, РТК и РТУ позволяют избежать повторения ошибок при проектировании, создании и эксплуатации новых автоматических линий, комплексов и производств.

Таблица 3.31 – Разновидности энергии и связанные с ними опасные и вредные факторы на различных этапах эксплуатации роботизированных производств

Вид энергии	Вид воздействия	Этапы эксплуатации					
		Транспортировка и монтаж	Сборка и подготовка	Программирование	Испытания	Пуско-наладочные работы	Автоматический режим работы
1 Механическая энергия							
– потенциальная энергия	Удар робота	+	+			+	
	Падение робота	+	+	+	+	+	+
	Переверстывание робота	+			+		+
– кинетическая энергия	Удар по детали			+	+	+	+
	Столкновение с движущим ПР			+	+	+	+
	Зажим между ПР и оборудованием			+	+	+	+
2 Электрическая энергия	Поражение электрическим током			+	+	+	+
3 Энергия сжатого воздуха и жидкости	Взрыв магистрали			+	+	+	+
4 Химическая и физическая энергия	Взрыв			+	+	+	+
	Контакт с вредными веществами			+	+	+	+
	Шум			+	+	+	+
	Вибрация				+		+
5 Тепловая энергия	Ожоги			+	+	+	+
	Переохлаждения			+	+	+	+

3.11 Работа на ПЭВМ

Анализ опасных и вредных производственных факторов при работе на ПЭВМ необходимо проводить **по следующей схеме:**

- перечень опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических);
- анализ (на основе данных литературных источников) возможных нарушений здоровья пользователей ПЭВМ:
- описание условий труда на конкретном рабочем месте в соответствии с вариантом задания (приложение А);
- количественная оценка условий труда на рабочем месте.

Рассмотрим производственные факторы, оказывающие влияние на пользователей ПЭВМ. На пользователя ПЭВМ воздействуют различные группы факторов трудовой среды [15; 19; 44]:

- факторы производственной среды;
- факторы трудового процесса (тяжесть и напряженность труда);
- внутренние средства деятельности (производственный опыт человека, его функциональное состояние);
- внешние средства деятельности (рабочее место, пульт управления, средства отображения информации, основное и вспомогательное оборудование);
- социально-психологические аспекты трудовых взаимоотношений.

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 при проектировании трудового процесса. Другой особенностью является значительная информационная нагрузка. Значительная нагрузка на центральную нервную и зрительную системы вызывает повышение нервно-эмоционального напряжения, и, как следствие, негативно влияет на сердечно-сосудистую 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. Таким образом, на пользователя ЭВМ воздействуют 4 группы факторов трудовой среды: физические, эргономические, информационные и социально-психологические.

При работе на ПЭВМ существует возможность воздействия следующих опасных производственных факторов:

- возможность возникновения пожаров;
- воздействие электрического тока;
- возможность механического травмирования (падения, ушибы);
- ожоги в результате случайного контакта с горячими поверхностями внутри лазерного принтера.

В процессе работы на пользователя ПЭВМ оказывают действие следующие вредные физические производственные факторы:

- 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;
- повышенный или пониженный уровень освещенности;
- нерациональная организация освещения рабочего места (повышенный уровень прямой и отраженной блескости, повышенный уровень ослепленности, неравномерность распределения яркости в поле зрения, повышенная яркость светового изображения, повышенный уровень пульсации светового потока).

Химические производственные факторы определяются характеристикой соответствующего рабочего окружения. Контакт с веществами, специфичными для рабочих мест с ПЭВМ (тонер, озон при работе лазерных принтеров) в правильно проветриваемых помещениях ниже предельного уровня и не представляет опасности, однако он может стать опасным в плохо вентилируемом помещении, содержащем несколько лазерных принтеров и копировальных машин.

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 биологических факторов (повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов) возрастает в переполненных и неправильно вентилируемых помещениях.

Пользователи ПЭВМ в основном подвергаются воздействию физических и психофизиологических производственных факторов. Перечень вредных производственных факторов при работе на ПЭВМ (в зависимости от применяемого оборудования) приведен в таблице 3.32. Факторы, которые проявляются лишь при не выполнении норм по объему и площади на одно рабочее место (содержание пыли в воздухе, несоответствующие параметры микроклимата) в таблице не рассматриваются.

Рассмотрим влияние производственных факторов на работоспособность и здоровье пользователей ПЭВМ.

Компьютер является источником электромагнитных полей (ЭМП) в диапазоне от 3 Гц до 300 МГц, которые могут быть разделены по их физическим свойствам на электростатическое, переменное электрическое и переменное магнитное. ПЭВМ является источником нескольких видов электромагнитных полей и излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного, видимого, низкочастотного, сверхнизкочастотного и высокочастотного (таблица 3.33).

Таблица 3.32 – Наиболее характерные вредные производственные факторы при работе на ПЭВМ

Характеристика вредности	Тип оборудования				
	Системный блок	Монитор		Принтер	Ноутбук
ЭЛТ		ЖК			
Физические факторы					
Электромагнитное излучение	+	+		+	
Статическое электричество		+			
Ионизация воздуха		+			
Повышенный уровень шума	+			+	
Нерациональное освещение		+	+		+
Психофизиологические факторы					
Напряжение зрения и внимания		+	+		+
Интеллектуальные и эмоциональные нагрузки		+	+		+
Длительные статические нагрузки					+
Информационные нагрузки		+	+	+	+
Нерациональная организация рабочего места	+	+	+	+	+

Таблица 3.33 – Источники ЭМП персонального компьютера

Источник		Диапазон частот
Монитор	Сетевой выпрямитель блока питания	50 Гц
	Статический преобразователь напряжения в импульсном блоке питания	20–100 кГц
	Блок кадровой развертки и синхронизации	48–160 Гц
	Блок строчной развертки и синхронизации	15–110 кГц
	Ускоряющее анодное напряжение монитора (только для мониторов с ЭЛТ)	–
Системный блок (процессор)		50 Гц–3000 МГц
Устройства ввода/вывода информации		0 Гц, 38 кГц
Источники бесперебойного питания		50 Гц, 20–100 кГц

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.

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 сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта; оно воздействует на белые кровяные тельца, что приводит к возникновению опухолей, в том числе и злокачественных. Электростатическое поле большой напряженности способно изменять и прерывать клеточное развитие, а также вызывать катаракту с последующим помутнением хрусталика.

Работа на ПК 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.

Исследования воздуха на рабочих местах с ПЭВМ показали также изменение его ионного состава: концентрация отрицательных ионов снижается (через 3 часа работы приближается к нулю), концентрация положительных ионов соответственно повышается. Повышенное содержание положительных ионов в воздухе отрицательно влияет на физическую работоспособность, развитие утомления, на деятельность сердечно-сосудистой системы, бронхолегочного аппарата, вегетативной нервной системы. В то же время отмечено благоприятное влияние отрицательных ионов.

При работе в положении сидя большинство групп мышц находится в постоянном напряжении, что приводит к быстрой утомляемости, способствует развитию профессиональных патологических изгибов позвоночника. Неправильное расположение дисплеев по высоте: слишком низкое, под неправильным углом – является основной причиной появления сутулости; слишком высокое положение дисплея приводит к длительному напряжению шейного отдела позвоночника, которое может привести к развитию остеохондроза. Ненормальное состояние позвоночника (неправильная осанка, различного рода искривления, смещение или деформация межпозвонковых дисков) может стать причиной заболевания всего организма.

Интенсивная работа с клавиатурой вызывает болевые ощущения в локтевых суставах, предплечьях, запястьях, в кистях и пальцах рук. Это может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний рук. Комплекс этих заболеваний получил общее название «травмы повторяющихся нагрузок» (ТПН). Работа с клавиатурой является причиной 12% профессиональных заболеваний, вызванных повторяющимися движениями. Заболевания, связанные с повторяющимися движениями, охватывают болезни нервов, мышц и сухожилий рук. Наиболее часто страдают кисть, запястье и предплечье, хотя бывает, что болезнь затрагивает плечевую и шейную области. У операторов компьютеров заболевание обычно наступает в результате непрерывной работы на неудобно или неправильно расположенной клавиатуре. В отличие от сердечных приступов и приступов головной боли ТПН представляет собой травму накапливающихся недомоганий. Легкая боль в руке, если ее вовремя не вылечить, может в конечном итоге привести к полной инвалидности.

Таким образом, костно-мышечные нарушения у пользователей ПЭВМ в основном связаны:

- с нерациональной позой, которая усугубляется отсутствием учета эргономических требований;
- с повторяющимися движениями при работе на клавиатуре или с мышкой;
- с ограниченной общей двигательной активностью (гиподинамией).

При работе на ПЭВМ нередко не учитываются психофизиологические возможности человека, отсутствуют системы контроля состояния его ведущих физиологических показателей. В результате человек бесконтрольно подвергается высоким информационным нагрузкам, психоэмоциональным напряжениям, перенапряжению зрительной системы. Все это,

повторяясь изо дня в день, приводит к развитию вначале функциональных, а затем и соматических нарушений.

К факторам, влияющим на состояние здоровья, относятся:

- информационные перегрузки мозга в сочетании с постоянным дефицитом времени;
- длительный дефицит информации, имеющей сигнальное значение;
- постоянное изменение приемов и сложности работы со средствами труда (операционные системы, редакторы, базы данных, языки программирования, разнообразные прикладные программы и т. д.);
- экстренные изменения межличностных взаимовлияний, вызванных созданием новых микро- и макроколлективов в течение небольших отрезков времени;
- нарушение биологических ритмов организма, обусловленное сменными или ненормированными режимами труда;
- условия длительной информационной изоляции, обусловленные индивидуальным характером труда на ПЭВМ;
- частичная двигательная инактивация и др.

Под влиянием этих факторов возникает возможность развития информационных нервных перенапряжений. Высокие информационные нагрузки в условиях дефицита времени и высокой мотивации являются причиной развития хронического эмоционального напряжения. На ранних этапах оно играет биологически положительную роль (мобилизация ресурсов организма), но при длительном действии ведет к возникновению патологических последствий. При работе на ПЭВМ нагрузка на различные сенсорные каналы перераспределяется неравномерно и ложится, как правило, на зрение. Напряженная зрительная работа отрицательно влияет на функциональное состояние органа зрения и, как следствие, на общее функциональное состояние головного мозга. Информационный фактор негативно воздействует и на сердечно-сосудистую систему и систему кровообращения.

Работа на ПЭВМ связана с воздействием ряда стрессогенных факторов, которое приводит к возникновению физиологических, психологических и поведенческих изменений, расстройству здоровья. Психоэмоциональный стресс способствует или является причиной многих функциональных нарушений и заболеваний:

- психосоматических (психозов, неврозов, нарушений сна);
- сердечно-сосудистой системы (аритмии, гипертонической болезни, инфаркта миокарда);
- язвенно-дистрофических поражений желудочно-кишечного тракта;
- снижения иммунитета, развития предрасположенности к вирусным и многим инфекционным заболеваниям, аутоиммунным процессам;
- ревматических поражений и остеохондрозов;
- онкологических;
- гормональных расстройств и нарушений половых функций и т. д.

Таким образом, можно выделить следующие основные нарушения здоровья пользователей ПЭВМ:

- зрительный дискомфорт и болезни органов зрения;
- перенапряжение опорно-двигательной системы;
- расстройства ЦНС и болезни сердечно-сосудистой 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.

Для качественного проведения анализа производственных факторов при работе на ПЭВМ необходимо учитывать характеристики используемого оборудования (таблица 3.32) и содержание выполняемых работ.

Для комплексной оценки влияния условий труда на человека широко используют методы аналитической оценки. Одним из аналитических показателей условий труда является категория тяжести труда. Категория тяжести труда характеризует состояние организма человека, которое формируется под влиянием условий труда. Методика проведения количественной оценки условий труда приведена в литературе [44] и в приложении П. Пример расчета по данной методике приведен в разделе 5.10.

4 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ И КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

Мероприятия по охране труда подразделяются на мероприятия по обеспечению производственной санитарии и по обеспечению технической безопасности. Мероприятия по производственной санитарии включают:

- оздоровление воздуха рабочей зоны;
- организацию освещения;
- защиту от шума, вибрации и излучений.

Мероприятия по обеспечению технической безопасности включают:

- электробезопасность;
- пожарную и взрывную безопасность;
- безопасность оборудования и процессов, в том числе рациональную организацию рабочего места и вопросы охраны окружающей среды.

Обоснование выбора мероприятий и средств по обеспечению безопасных и комфортных условий труда необходимо осуществлять по следующей схеме:

- перечень факторов, оказывающих влияние на условия труда;
- оценка соответствия производственных факторов нормативным требованиям (с обязательным указанием нормативно-правовых актов);
- оценка технической возможности приведения значения фактора до нормативного уровня.

В приложении Б приведен перечень всех необходимых нормативно-правовых актов. В приложениях В–Н приведены нормативные значения производственных факторов. Примеры проведения обоснования выбора мероприятий и средств по обеспечению безопасных и комфортных условий труда приведены в разделе 5.

5 ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛА «ОХРАНА ТРУДА» В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТЕ БАКАЛАВРА

5.1 Специальности ЛП и ОЛП

Изучение вопросов охраны труда в дипломном проекте обусловлено целью науки «Охрана труда», а именно, свести к минимуму производственные опасности и производственные вредности, создать комфортные и высокопроизводительные условия труда на рабочих местах.

Разработка технических и организационных мер, направленных на устранение опасных производственных факторов, снижение воздействия на работающих вредных производственных факторов, возможна на основании исследования потенциально возможных опасных и вредных производственных факторов проектируемого цеха, разрабатываемого оборудования.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – это фактор, воздействие которого на работающих может привести в определенных условиях к травме или резкому ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – это фактор, воздействие которого на работающих может привести в определенных условиях к повышению утомляемости, развитию профессионального заболевания. Опасные и вредные

производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Анализ опасных и вредных производственных факторов в литейном цехе проведен для плавильного, разливочного, смесеприготовительного, формовочного, стержневого и выбивного участков.

Опасными производственными факторами в литейном цехе являются:

- брызги расплавленного металла (плавильный и разливочный участки);
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- транспортные средства, технологическое и крановое оборудование;
- возможность возникновения пожаров и взрывов.

К вредным физическим производственным факторам в литейном цехе относятся:

- повышенный уровень тепловых излучений;
- несоответствующие параметры микроклимата;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенный уровень ультразвука;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная напряженность электромагнитного поля;
- ионизирующее излучение.

К вредным химическим производственным факторам в литейном цехе относится повышенное содержание пыли и газов.

К психофизиологическим вредным производственным факторам в литейном цехе относятся:

- высокая концентрация внимания при наблюдении за автоматизированными производственными процессами;
- монотонность труда при обслуживании конвейерных линий.

Рассмотрим перечисленные факторы более подробно [2; 11; 12].

Основными источниками опасности поражения электрическим током в литейном цехе являются электропечи, машины и механизмы с электроприводом. Применяемое электрооборудование в основном работает под напряжением до 1000 В, при использовании электротермических установок – выше 1000 В.

Литейный цех оснащен транспортными и грузоподъемными механизмами, машинами для приготовления формовочных и стержневых смесей, оборудованием для изготовления форм и стержней, устройствами для выбивки отливок, разнообразными механизмами для финишных операций и другие. Выполнение любой из операций на указанном оборудовании связано с опасностью травмирования обслуживающего персонала, что связано с наличием опасных зон в машинах и механизмах.

Литейное производство по пожарной опасности относится к категории Г – производство, связанное с негорючими веществами и материалами в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени; с горючими газами, жидкостями, твердыми веществами, которые сжигаются или утилизируются как топливо.

Пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окислителя и источников зажигания. Окислителем является кислород. Источниками зажигания могут оказаться устройства электропитания, электрические искры и дуги, способные вызвать загорание горючих материалов.

Горючие вещества, которые представляют пожарную опасность в литейном цехе представлены в таблице 3.9.

Избыточное выделение тепла осуществляется основным технологическим оборудованием – плавильными агрегатами и составляет от 14 до 62% от общего расхода тепла на расплавление металла, что соответствует приблизительно 3000 МДж, приходящимся на тонну расплавляемого металла. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям.

Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, зачистки, обрубки. Ультразвук применяется для обработки жидких расплавов, очистки отливок, а также в установках и системах очистки газов. Для этого используют генераторы с диапазоном частот 18–22 кГц.

Шум снижает производительность труда, маскирует опасность от движущихся механизмов, затрудняет разборчивость речи, приводит к профессиональной тугоухости, а при больших уровнях шума может привести к механическому повреждению органов слуха.

Источниками общей вибраций в литейном цехе являются ударные действия выбивных решеток, пневматические формовочные, центробежные и другие машины, приводящие к сотрясению пола и других конструктивных элементов здания, а источниками локальной вибрации – пневматические рубильные молотки, трамбовки. Характер воздействия вибрации на человека зависит от диапазона частот колебаний, направления их действия, продолжительности воздействия, вида вибрации.

Электромагнитные поля генерируются электротермическими установками для плавки и нагрева металла, сушки форм и стержней и др. Длительное воздействие электромагнитных полей на различные системы организма человека по последствиям имеют многообразные проявления.

Источники ионизирующих излучений применяют для плавки, выявления дефектов в отливках, контроле и автоматизации технологических процессов и др. При соблюдении правил работы с данными источниками и при нормальном режиме работы опасности данный фактор не представляет.

Основными источниками загрязнения воздуха пылью, окисью углерода, сернистым ангидридом в литейном цехе являются чугуно- и сталеплавильные агрегаты, оборудование смесеприготовительного отделения,

сушильные барабаны. Основной составляющей пыли в литейном цехе является кремнезем. Пыль образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов.

Вредные вещества, которые попали тем или иным путем в организм человека, могут вызывать отравления. Различают острые (кратковременное воздействие вещества, поступившего в организм в значительном количестве) и хронические отравления (постепенное, продолжительное воздействие вещества, поступающее в организм малыми дозами). В результате хронических отравлений появляются профзаболевания. Степень отравления зависит от токсичности вещества, его количества, времени воздействия, пути проникновения, дисперсности, растворимости и других факторов.

Проведенный анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет обосновать выбор мероприятий и средств по их недопущению.

Основными направлениями обеспечения безопасных и безвредных условий труда в литейном цехе являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;

- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;

- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- обеспечение соответствия уровня вибрации на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- обеспечение уровня ультразвука на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.001-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- обеспечение уровня электрических полей на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»;

- обеспечение уровня электромагнитных полей на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

- обеспечение электростатических полей на рабочем месте требованиями ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

- обеспечение пожарной и взрывной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.0-89 ССБТ «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;

- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.027-92. ССБТ «Работы литейные. Требования безопасности», ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 27.0-1.01-08 «Правила охорони праці в металургійній промисловості», НПАОП 27.5-1.15-97 «Правила безпеки у ливарному виробництві»;

- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя».

5.2 Специальности ТМ и ИП

Рассмотрим условия труда в механосборочном цехе, который выпускает следующие виды продукции: прокатное оборудование, гидротехника, оборудование для экскаваторов, нестандартное и прочее оборудование.

Цех оснащен следующим основным оборудованием:

- токарная, фрезерная, сверлильная, шлифовальная группа оборудования, участок станков с ЧПУ на 1-м пролете;

- токарная, фрезерная, долбежная, карусельная, строгальная, точная группа оборудования на 2-м пролете;

- расточная, фрезерная группа оборудования, карусельные станки на 3-м пролете;
- подъемно-транспортное оборудование на всех пролетах и на участке сборки.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы, возникающие при механической обработке материалов.

К физическим опасным производственным факторам относятся:

- движущиеся и вращающиеся части станков, изделия и заготовки;
- режущий инструмент;
- стружка (сливная и отлетающая) и осколки инструментов;
- нагретые поверхности оборудования, инструмента, заготовок;
- высокое напряжение в силовой электрической сети;
- подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы;
- возможность возникновения пожаров.

Вредными физическими факторами являются:

- повышенная или пониженная температура, высокая влажность и скорость движения воздуха рабочей зоны;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- повышенное содержание нетоксичной пыли в воздухе;
- недостаточная освещенность, повышенная яркость света и пульсация светового потока.

К химическим факторам относятся токсичные пыли, вредные пары и газы, аэрозоли, агрессивные жидкости (кислоты, щелочи).

К биологическим факторам относятся микроорганизмы, например, находящиеся в отработанной смазочно-охлаждающей жидкости.

К психофизиологическим факторам процессов обработки материалов резанием относятся:

- физические перегрузки при установке, закреплении и снятии крупногабаритных изделий;
- перенапряжение зрения;
- статические нагрузки;
- монотонность труда.

Наличие опасных и вредных производственных факторов при сборке определяется видом соединений и применяемого оборудования, номенклатурой изделий и сборочных единиц, их размерами и массой, серийностью

производства, организационной формой сборки (стационарная, поточная), степенью механизации процесса и т. д. (таблица 3.14).

Анализ показывает, что из физических факторов наибольшее значение имеют локальная вибрация и шум и значительно увеличивается возможность воздействия химических факторов (притирочные и полировальные пасты, припой, герметики, органические растворители и другие).

Рассмотрим перечисленные факторы более подробно [2, 14, 42].

Наибольшую опасность представляют движущиеся и вращающиеся части станков, изделия и заготовки, режущий инструмент, сливная и отлетающая стружка. Анализ показывает, что основной причиной травматизма является непосредственное соприкосновение человека с травмоопасными элементами из-за случайного проникновения в опасную зону.

Опасная зона может быть четко ограниченной, например, зона движущихся и вращающихся инструментов, частей станков, изделий и заготовок, зона вокруг токоведущих частей оборудования и другие. Положение опасной зоны и ее размеры могут изменяться, например, зона действия потока стружки, зона перемещения грузов кранами и другие. При черновой обработке хрупких материалов на высоких скоростях резания стружка от станка разлетается на значительное расстояние (3–5 м). Металлическая стружка, особенно при точении сталей, имеющая высокую температуру (400–600°С) и большую кинетическую энергию, представляет серьезную опасность не только для человека работающего на станке, но и для лиц, находящихся рядом. При сверлении на большую глубину вязких металлов спиральными сверлами стружка из-под сверла выходит двумя длинными спиралями, которые вращаются вместе со сверлом и могут нанести ранения станочнику.

К числу основных причин производственных травм следует отнести несоблюдение правил техники безопасности при использовании режущих инструментов, приводных и передаточных механизмов, а также использование неправильно подобранных или неисправных приспособлений для крепления заготовок. Серьезную опасность представляют абразивные инструменты с окружной скоростью до 120 м/с. Особо опасен разрыв шлифовальных кругов во время работы, так как их разлетевшиеся части могут нанести травму станочнику и окружающим людям.

Наиболее распространенными у станочников являются травмы глаз. Так, при токарной обработке от общего числа производственных травм повреждение глаз превысило 50%, при фрезеровании 10% и около 8% при заточке инструмента и шлифовании. Глаза повреждались отлетающей стружкой, пылевыми частицами обрабатываемого материала, осколками режущего инструмента и частицами абразива.

Случаи механического травмирования при работе на фрезерных станках (%) распределяются следующим образом:

- травмирование пальцев или кисти рук вследствие захвата вращающимся инструментом – 70;
- травмирование глаз отлетающей стружкой – 15;

- травмирование рук или ног при наладке станка, установке и снятии обрабатываемой детали, креплении и снятии инструмента – 8;
- травмирование тела работающего деталью, вырвавшейся из крепления при обработке – 3;
- травмирование пальцев рук при уборке стружки – 3;
- прочие случаи травмирования – 1.

Одним из важнейших вредных производственных факторов является пыль. Данные по содержанию пыли в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 3.12. Основным источником образования пыли служат шлифовально-заточные операции. В процессе шлифования в воздух выделяется высокодисперсная пыль (0,5–3 мкм), в состав которой, кроме частиц металла, входят частицы абразивного (электрокорунд и карбид кремния) и связывающего материала (керамическая, силикатная, магнезиальная и другие связки). Концентрация пыли достигает наибольшей величины при внутреннем шлифовании без вентиляции (28–153 мг/м³), при сухом шлифовании с отсосом – запыленность составляет 20 мг/м³ и более. Влажное шлифование без вентиляции также не обеспечивает полного обеспыливания (средняя концентрация пыли составляет 6–7 мг/м³). Кроме того, образуется масляная аэрозоль с концентрацией 15–20 мг/м³.

В воздух рабочей зоны выделяются также аэрозоли масел и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Содержание углеводов при этом достигает 150–940 мг/м³, аэрозоля масел 7–45 мг/м³, загрязнение одежды составляет 800–900 мг/дм². Аэрозоли нефтяных масел, входящих в состав СОЖ, могут вызывать раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, способствовать снижению иммунобиологической реактивности. У рабочих станочников могут возникать ряд заболеваний кожи (дерматозы) от воздействия смазочных и охлаждающих масел и эмульсий, соединений хрома, никеля, кобальта, пластических масс, стекловолоконных пластиков и др. Наиболее распространены аллергические дерматиты и экземы. Смазочно-охлаждающие вещества могут приносить организму вред при частом попадании масла на открытые участки кожи, при длительной работе в одежде, пропитанной маслом, при вдыхании масляного тумана. Систематический контакт с маслом может вызывать острые и хронические заболевания кожи, в частности заболевание известное под названием масляных угрей. Концентрация СОЖ и отдельных компонентов, а также их качественный состав зависят от их расхода, способа подачи, термостабильности, характера и режима обработки изделий, свойств обрабатываемого материала, наличия и эффективности санитарно-технических устройств.

Длительное вдыхание пыли в производственных условиях может привести к развитию пылевых заболеваний бронхолегочного аппарата – пневмокониозов и хронического пылевого бронхита. Чрезвычайно опасно вдыхание пыли, газов, тумана бериллия и его соединений, приводящее к заболеванию бериллиоз.

Основными источниками шума большинства металлорежущего оборудования являются приводы, электродвигатели, режущий инструмент, пневмо- и гидросистемы. На уровень шума механического происхождения значительное влияние оказывает износ оборудования, а также, точность монтажа его отдельных узлов и деталей. Основной причиной шума, сопровождающего работу токарных прутковых автоматов, являются удары обрабатываемого прутка о стенки направляющих труб. Шум при их работе примерно на 10 дБ А превышает допустимую величину. Распространенным источником шума при обработке металлов резанием являются выхлопы сжатого воздуха из различных пневматических зажимных приспособлений.

Спектры шума большинства металлорежущих станков имеют средний и высокочастотный характер. Наиболее высокие уровни зарегистрированы у крупногабаритных токарных (90–92 дБ·А), револьверных (85–95 дБ·А), фрезерных (90–95 дБ·А) и шлифовальных станках (100–102 дБ·А).

Вибрационные колебания в станках связаны с различными их источниками. Периодические возмущения имеют место при проявлении неуравновешенности и периодических погрешностях элементов привода, станка, неравномерности припуска заготовки на обработку и по другим причинам. Импульсные возмущения действуют на станок при его разгоне, торможении и реверсировании и при процессах, связанных с врезанием и выходом инструмента. Внешние возмущения действуют через фундамент или опоры. Самовозбуждающиеся колебания связаны с природой резания и трения. Все эти явления приводят к взаимному перемещению инструмента и заготовки в направлениях, не предусмотренных данным технологическим методом обработки, к отклонениям геометрии инструмента и элементов режима резания от заданных. К основным причинам автоколебаний относятся изменение сил трения между инструментом, заготовкой и стружкой, образование и разрушение нароста, отставание по фазе силы резания от движения вибрации и ряд других.

Работы на металлообрабатывающих станках связаны с контролем правильности установки и обработки детали, настройкой станка, контролем качества обработки детали и относятся к работам очень высокой точности. Поэтому правильно организованное освещение цеха играет большую роль. Недостаточная освещенность зоны обработки вызывает перенапряжение зрения станочника и необходимость чрезмерного приближения его к зоне обработки, что связано с опасностью травмирования.

Механосборочный цех имеет значительные размеры (3 пролета), большое количество разнообразного оборудования и процессов, что часто приводит к созданию несоответствующих параметров микроклимата: повышенная или пониженная температура, высокая влажность и скорость движения воздуха рабочей зоны. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям.

Психофизиологические факторы чаще всего возникают при невыполнении эргономических требований. У рабочих–станочников в резуль-

тате длительного стояния развивается выраженное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными или трофическими расстройствами. Рабочие на конвейере, шлифовальщики подвержены заболеваниям периферических нервов и мышц. К возникновению этих заболеваний приводят систематическое длительное статическое напряжение мышц, однотипные движения, выполняемые в быстром темпе, давление на нервные стволы и их микротравматизация.

Проведенный анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет обосновать выбор мероприятий и средств по их недопущению.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда в механическом цехе являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;

- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;

- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- обеспечение соответствия уровня вибрации на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования», НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;

- обеспечение пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»; НПАОП 0.00-1.30-01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями»;

- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Требования безопасности»; НПАОП 0.00-1.48-91 «Правила охорони праці при холодній обробці металів», НПАОП 28.0-1.01-90 «Галузеві

правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах», НПАОП 28.0-1.02-83 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів», НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила безпеки при обробці металів різанням»;

- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя»;

- обеспечение соответствия производственного здания требованиям СНиП 2.09.09-85 «Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування»; НПАОП 45.2-4.01-98 «Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд»; НПАОП 45.2-7.01-97 «Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».

5.3 Специальность МС

Рассмотрим условия труда при работе на фрезерном станке.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным физическим факторам при работе на фрезерном станке относятся:

- движущиеся и вращающиеся части станков, изделия и заготовки;
- режущий инструмент (фреза),
- стружка и осколки инструментов;
- нагретые поверхности оборудования, инструмента, заготовок;
- высокое напряжение в силовой электрической сети и статическое электричество;
- возможность возникновения пожаров.

Вредными физическими факторами являются:

- высокие влажность и скорость движения воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура;

- нетоксичная пыль;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- нерациональное освещение зоны обработки.

К вредным химическим факторам относятся: токсичная пыль (фрезерование хрупких металлов и неметаллических материалов), вредные пары и газы, аэрозоли СОЖ.

К биологическим факторам относятся микроорганизмы, находящиеся в отработанной СОЖ.

К психофизиологическим факторам процессов обработки материалов резанием относятся:

- физические перегрузки при установке, закреплении и снятии крупногабаритных изделий;
- перенапряжение зрения;
- статические нагрузки;
- монотонность труда.

Рассмотрим перечисленные факторы более подробно [2, 14, 42].

Опасные производственные факторы

При работе на фрезерных станках травмы станочнику могут быть нанесены фрезой, стружкой, обрабатываемой деталью и приспособлением для ее закрепления. В случаях нарушения правил эксплуатации станков, превышения режимов резания, а также при отсутствии ограждающих устройств возможны ранения станочников вращающимися фрезами. Наибольшую опасность для фрезеровщиков представляют не огражденные дисковые и торцовые фрезы со вставными ножами, используемые при фрезеровании на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках, так как может произойти вылет вставных ножей.

Несчастные случаи могут произойти при закреплении детали или снятии ее со станка, когда руки рабочего находятся вблизи не огражденной фрезы. Неправильно подобранные или неисправные приспособления для крепления заготовок, особенно с пониженной жесткостью, также представляют опасность для станочников во время прикосновения к вращающейся фрезе. Из-за недостаточной силы закрепления возможен вырыв заготовки и травмирование работающих.

Большую опасность для станочников и работающих рядом представляет отлетающая стружка. Она разлетается на значительные расстояния от станка, имеет высокую температуру (400—600°С) и большую кинетическую энергию, поэтому может быть причиной травмирования глаз и ожогов кожного покрова работающих. Основной поток стружки, образующейся при фрезеровании дисковыми и торцовыми фрезами, во многих случаях можно направить от рабочего места станочника путем соответствующего сочетания направления вращения фрезы и подачи. Направленный поток стружки можно улавливать также с помощью простейших стружкосборников.

Случаи механического травмирования при работе на фрезерных станках распределяются следующим образом в %:

- травмирование пальцев или кисти рук вследствие захвата вращающимся инструментом – 70;
- травмирование глаз отлетающей стружкой – 15;
- травмирование рук или ног при наладке станка, установке и снятии обрабатываемой детали, креплении и снятии инструмента – 8;
- травмирование тела работающего деталью, вырвавшейся из крепления при обработке – 3;
- травмирование пальцев рук при уборке стружки – 3;
- прочие случаи травмирования – 1.

Не менее опасным фактором является наличие высоких напряжений и сопряженная с этим возможность поражения электрическим током.

Причиной поражения электрическим током может быть:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновение к нетоковедущим частям электроустановок, случайно оказавшиеся под напряжением вследствие повреждения изоляции или другой неисправности;
- попадание под напряжение во время проведения ремонтных работ на отключенном электрооборудовании из-за ошибочного его включения;
- замыкание провода на землю и возникновение шагового напряжения на поверхности земли или основания, на котором находится человек.

Воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в термическом, электролитическом, механическом и биологическом воздействии. Электротравмы подразделяют на местные, общие и смешанные электротравмы. До 55% всех несчастных случаев от электрического тока в промышленности приходится на смешанные травмы.

Возникновению пожара способствует наличие на объекте горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. Источниками воспламенения могут быть электрические искры, дуги и перегретые поверхности. При работе фрезерного станка возможен перегрев электродвигателей, появление искрения, плавление изоляции токоведущих кабелей. Все это может стать причиной возникновения пожара.

Вредные производственные факторы

Величины параметров микроклимата (температуры, скорости движения и влажности) воздуха рабочей зоны изменяются в широком интервале от 15 до 30°C. Это часто приводит к созданию неблагоприятных условий. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям.

Шум снижает производительность труда, особенно при выполнении точных работ, маскирует опасность от движущихся механизмов, затрудняя

ет разборчивость речи, приводит к профессиональной тугоухости, а при больших уровнях шума может привести к механическому повреждению органов слуха. Спектры шума большинства металлорежущих станков имеют средний и высокочастотный характер. Общий уровень звукового давления фрезерного станка находится в пределах от 90 до 100 дБ.

Характер воздействия вибрации на человека зависит от диапазона частот колебаний, направления их действия, продолжительности воздействия, вида вибрации. Систематическое воздействие общей вибрации в резонансной и около резонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни. Это проявляется в стойких нарушениях физиологических функций организма и обусловлено преимущественно воздействием вибрации на центральную нервную систему.

При фрезеровании бронзы, латуни, чугуна и других хрупких металлов и сплавов происходит образование пылевых частиц металла и загрязнение ими воздушной среды. Особенно большая запыленность воздуха пылью размером до 10 мкм наблюдается при фрезеровании серого чугуна, неметаллических материалов, таких как текстолит, стеклотекстолит, графит, древесные пластики. При фрезеровании свинцовистых бронз и латуней содержание металлической пыли в зоне дыхания станочника относительно невелико, однако количество свинца в пыли значительно превышает норму.

Вредные вещества проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути. Длительное вдыхание пыли в производственных условиях может привести к развитию пылевых заболеваний бронхолегочного аппарата – пневмокониозов и хронического пылевого бронхита. Чрезвычайно опасно вдыхание пыли, газов, тумана бериллия и его соединений, приводящее к заболеванию бериллиоз.

При фрезеровании сильно пылящих хрупких металлов и неметаллических материалов важную роль играет обеспыливание рабочей зоны, а при фрезеровании с поливом или распылением СОЖ – предупреждение загрязнения рабочей зоны аэрозолями СОЖ. Аэрозоли нефтяных масел, входящих в состав СОЖ, могут вызывать раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, способствовать снижению иммунобиологической реактивности.

У рабочих станочников могут возникать ряд заболеваний кожи (дерматозы) от воздействия смазочных и охлаждающих масел и эмульсий, соединений хрома, никеля, кобальта, пластических масс, стекловолоконистых пластиков и др. Наиболее распространены аллергические дерматиты и экземы. Смазочно-охлаждающие вещества могут приносить организму вред при частом попадании масла на открытые участки кожи, при длительной работе в одежде, пропитанной маслом, при вдыхании масляного тумана. Систематический контакт с маслом может вызывать острые и хронические заболевания кожи, в частности заболевание известное под названием масляных угрей.

Среди факторов внешней среды, влияющих на организм человека в процессе труда, освещение занимает одно из первых мест. Недостаточная освещенность при напряженной зрительной работе или частая переадапта-

ция зрения приводят к быстрому утомлению, возникновению головных болей, ухудшению зрения. При плохом освещении человек быстро устает, работает менее производительно, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев. Недостаточная освещенность зоны обработки вызывает перенапряжение зрения станочника и необходимость чрезмерного приближения его к зоне обработки, что связано с опасностью травмирования. Увеличение освещенности от 100 до 1000 лк обуславливает повышение производительности труда на 10 – 20%, уменьшение брака на 20%, снижение количества несчастных случаев на 30%.

Психофизиологические факторы чаще всего возникают при невыполнении эргономических требований. У рабочих-станочников в результате длительного стояния развивается выраженное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными или трофическими расстройствами. К возникновению этих заболеваний приводят систематическое длительное статическое напряжение мышц, однотипные движения, выполняемые в быстром темпе, давление на нервные стволы и их микротравматизация.

Проведенный анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет обосновать выбор мероприятий и средств по их недопущению.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда при работе на фрезерном станке являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;

- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;

- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- обеспечение соответствия уровня вибрации на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- обеспечение пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.009–80 ССБТ «Станки метал-

лообработывающие. Общие требования безопасности»; НПАОП 0.00-1.30-01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями»;

- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Требования безопасности»; НПАОП 0.00-1.48-91 «Правила охорони праці при холодній обробці металів», НПАОП 28.0-1.01-90 «Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах», НПАОП 28.0-1.02-83 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів», НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила безпеки при обробці металів різанням»;

- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя».

5.4 Специальность МО

Рассмотрим условия труда персонала, обслуживающего работу листопрокатного стана 2500 цеха холодной прокатки стали.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим опасным производственным факторам в прокатном производстве относятся:

- подвижные машины и механизмы; подвижные части оборудования; движущиеся изделия, заготовки, материалы (валки, шпиндели, муфты станов, выбросы петли прокатываемого материала, осколки прокатываемого металла, отлетающие окалина и шлаки);
- повышенная температура поверхностей;
- повышенное значение напряжения в электрической сети;
- острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- высокая вероятность возможности возгорания и взрывов.

К физическим вредным производственным факторам относят:

- повышенную запыленность воздуха (нетоксичная пыль);
- повышенные температуру и влажность воздуха рабочей зоны;
- сниженную подвижность воздуха;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;
- повышенный уровень шума, инфразвуковых колебаний, ультразвука и вибрации;
- повышенный уровень электрических, магнитных и электромагнитных излучений;
- недостаточную освещенность рабочей зоны, повышенную яркость света и сниженную контрастность.

Химические производственные факторы. Выделение вредных веществ в воздух (токсичной пыли, газов) происходит при проведении технологических процессов проката металла и проведении работ, связанных с применением химических веществ и материалов (смазка, техническое масло и др.). В листопрокатных цехах перед холодной прокаткой листов, перед нанесением защитных покрытий металл очищают от слоя окалины путем травления в ваннах разбавленной серной, соляной или азотной кислотой. При прокате металла наиболее возможное проникновение в организм веществ в виде пара и пыли через органы дыхания (около 95 % всех отравлений).

Биологические производственные факторы при прокатке не являются значительными.

Наиболее характерными психофизиологическими факторами для прокатного производства является высокая скорость технологических процессов и интенсивность грузопотоков, которая обуславливает в свою очередь высокую интенсивность работы персонала. Это приводит к большому умственному утомлению, которое связано с ошибками в управлении механизмами, и возникновение опасных ситуаций, т.е. преобладают нервно-психические перегрузки.

Рассмотрим наиболее важные производственные факторы прокатного производства [41, 43, 59].

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. В металлургическом производстве преобладает пыль, которая содержит оксиды железа, кремния, марганца, фтористые соединения и др. При работе станов в результате раздавливания поверхностного пласта окалины на металле образуется металлическая пыль. Наиболее интенсивное выделение пыли происходит на блюмингах и слябингах – до 515–4400 мг/м³. Содержание пыли в воздухе у клетей листовых станов представляет 200–2400 мг/м³.

Микроклимат в прокатном цехе определяется наличием чрезмерного конвекционного и лучистого тепла, в связи с чем, он относится к группе горячих цехов. Источниками тепла являются прокатываемый металл, нагретые оборудование, механизмы и коммуникации, открытые отверстия или крышки нагревательных устройств, горючие газы. Нагретый прокаты-

ваемый металл является основным источником тепла. Лучистая энергия на расстоянии 1 м от проката составляет до 4–5 калорий на 1 см² в минуту. Двигаясь по цеху, прокат на своем пути нагревает все металлическое оборудование, при этом нагретые предметы сами становятся источником тепла и быстро нагревают воздух.

На рабочих местах нагревательных металл температура воздуха в летний период достигает 40–45°C. Количественные характеристики интенсивности излучения при работе стана 2500 следующие:

- перед постом управления – 0,07–1,4 кВт/м²;
- рабочее место оператора – 0,02–0,7 кВт/м²;
- открытое рабочее место около технологического оборудования – 0,18–8,4 кВт/м².

Метеорологические условия в прокатных цехах характеризуются также наличием участков с высокой температурой (при охлаждении горячего металла) и низкой влажностью воздуха, что отрицательно влияет на самочувствие и здоровье человека. Работа в условиях высокой температуры сопровождается интенсивным потоотделением, что приводит к обезвоживанию организма, потере минеральных солей и водорастворимых витаминов, вызывает серьезные и стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, увеличивает частоту дыхания, а также оказывает влияние на функционирование других органов и систем – ослабляется внимание, ухудшается координация движений, замедляются реакции и т.д.

Ввиду требований технологического процесса движение воздуха в производственных помещениях нежелательно, поэтому и не наблюдается подвижности воздуха. В результате действия теплового излучения окружающих поверхностей и взаимодействия производимого металла атмосфера прокатных цехов представляет собой смесь теплого (иногда горячего) воздуха и металлической пыли. Причем над прокатными станами наблюдаются еще и пары технологических жидкостей (смазка, техническое масло и т.д.)

В прокатных цехах к шумоопасному оборудованию относятся рабочие клетки, машины огневой зачистки металла, ножницы для резания металла маятниковой дисковые пилы, правильные машины; моталки, шлепперы, рольганги, листоукладчики, непрерывно-травильные агрегаты и др.

Основным источником шума является прокатный стан, в котором находится огромное количество металлических механизмов. Уровни звуковой мощности оборудования стана 2500 следующие:

- агрегат поперечной резки листа – 119 дБА;
- агрегат продольной резки листа – 117 дБА;
- листоукладчик – 115 дБА.

При производстве листового проката металла используются передовые методы очистки поверхности металлических изделий с применением ультразвука. Ультразвук обладает главным образом локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ульт-

развуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, в которых возбуждаются ультразвуковые колебания.

Ультразвук, генерируемый низкочастотным промышленным оборудованием, оказывают неблагоприятное влияние на организм человека. Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Наиболее характерным является наличие вегетососудистой дистонии и астенического синдрома. Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука и усиливается при наличии в спектре высокочастотного шума, при этом присоединяется выраженное снижение слуха. В случае продолжения контакта с ультразвуком указанные расстройства приобретают более стойкий характер.

Прокатные станы (конструкции с плоскими поверхностями большой площади и малой жесткости) создают условия для генерации инфразвука. Инфразвук при прокате металла имеет постоянный характер. Максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных источников в прокатном цехе достигают 100-110 дБ. Исследования биологического действия инфразвука на организм показали, что при уровне 110–150 дБ и более он может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения, к числу которых следует отнести изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Имеются данные о том, что инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия фактора.

Прокатный стан (система механизмов) при своей работе создает общую вибрацию, которая заключается в отклонении рабочих мест от положения равновесия на малую величину. При производстве отдельных видов работ по обработке проката работники испытывают локальную вибрацию (ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или электрическим приводом), передающуюся на руки работающего. В прокатном цехе вибрация обладает неоднородностью по спектру частот и непостоянством во времени. Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии – вибрационной болезни.

В прокатном цехе применяется огромное количество разнообразного электрооборудования, оказывающего воздействие на работников (электрические поля промышленной частоты и электромагнитные поля высокой частоты). Источником электрических полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок (линии электропередач, индукторы, конденсаторы термических установок, фидерные линии, генераторы, трансформаторы, электромагниты, соленоиды, импульс-

ные установки, литые и металлокерамические магниты и др.). Длительное воздействие электрического поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Источником электромагнитных полей высоких частот являются неэкранированные элементы оборудования для индукционной обработки металла (закалка, отжиг, плавка, пайка, сварка и т.д.) и других материалов, а также оборудования и приборов, применяемых для генерации токов высокой частоты. Длительное воздействие токов высокой частоты на различные системы организма человека по последствиям имеют многообразные проявления.

Освещение рабочих мест прокатных цехов имеет большое значение для создания безопасных условий работы: неудовлетворительное освещение негативно влияет на зрение работников, может стать причиной травматизма. Равномерное распределение яркости в условиях прокатного производства не достигается. Вследствие образования огромного количества пыли наблюдается ухудшение видимости и уменьшается обзор. Чрезмерная ослепительная яркость металлических деталей нарушает условия комфортного зрения, ухудшает контрастную чувствительность.

Пожарная и взрывная опасность прокатного производства определяется следующими факторами:

- наличием широко развитой сети кабельного хозяйства, большого количества масла в масло-эмульсионных подвалах, сети масляных гидроприводов;
- применением горючих (взрывоопасных) газов в нагревательных печах и колодцах, при резании металла, взрывоопасный водород образуется в травильных ваннах при обработке металла, взрывоопасного защитного газа при отжиге металла в бескислородной среде.

К вредным факторам, связанным с отсутствием учета эргономичных требований к пультам управления относят:

- неудобную рабочую позу, чрезмерные или повторяющиеся физические нагрузки на организм оператора;
- недостаточный обзор с пульта управления;
- неудобная конструкция, размещение или маркировка элементов управления;
- умственная перегрузка, стресс и т.п., возникающие во время рабочего процесса, процесса контроля работы системы управления, ошибки, неправильное поведение оператора.

Режим работы прокатного цеха – круглосуточный, круглогодичный. С этим связана высокая утомляемость операторов, снижение внимания, повышение вероятности возникновения аварийных ситуаций.

Проведенный анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет обосновать выбор мероприятий и средств по их недопущению.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда при работе стана 2500 листопрокатного цеха холодной прокатки являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;

- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;

- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- обеспечение соответствия уровня вибрации требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- обеспечение соответствия уровня ультразвука требованиям ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ «Ультразвук. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- обеспечение соответствия уровня электромагнитных и электростатических полей и излучений на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- обеспечение пожарной и взрывной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»; НПАОП 27.5-1.14-86 «Правила пожежної безпеки для підприємств чорної металургії»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», НПАОП 27.0-1.01-08 «Правила охорони праці в металургійній промисловості»; НПАОП 27.1-1.04-09 «Правила охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу»;

- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя»;
- обеспечение соответствия пульта управления требованиям ГОСТ 23000-76 «Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования».

5.5 Специальности ОМД и МТО

Рассмотрим условия труда при работе кривошипного закрытого листоштамповочного прессы усилием 6 МН, который располагается в кузнечно-прессовом цехе. Кроме этого в цехе имеется следующее оборудование – газопламенные печи с выдвижным подом, ковочный и инструментальный манипуляторы, подъемно-транспортные машины. В кузнечно-прессовом цехе изготавливаются поковки и штамповки для деталей и изделий машиностроения. Производственный процесс состоит из отдельных технологических операций: резки холодных заготовок металла, правки заготовок, нагрева металла под горячую штамповку в нагревательных печах до температуры 1100–1250°С; штамповки.

Условия труда на рабочем месте обуславливаются совокупностью разнообразных производственных факторов. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным производственным факторам в кузнечно-прессовом цехе относятся:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;
- повышенная температура поверхностей;
- острые кромки, заусеницы и шершавости на поверхности металла, заготовок, инструмента, отлетающая окалина;
- подъемно-транспортное оборудование, манипуляторы;

- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

- возможность возникновения пожаров и взрывов.

К вредным физическим производственным факторам при проведении погрузки относятся:

- наличие нетоксичной пыли;
- повышенная температура и подвижность воздуха рабочей зоны;
- интенсивное инфракрасное излучение;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенный уровень электромагнитных полей;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

К вредным химическим производственным факторам относится токсичная пыль, газы и аэрозоли.

К вредным психофизиологическим производственным факторам относятся физические и нервно-психические перегрузки.

Биологические производственные факторы для данного вида работ не характерны.

Рассмотрим перечисленные факторы более подробно [34; 38; 40].

Основными неблагоприятными факторами, действующими на работников, являются высокая температура воздуха, интенсивное инфракрасное излучение, вредные токсические выделения, шум. Также существует большая вероятность травмирования работников и поражения электрическим током.

Кузнечно-прессовые цеха характеризуются значительными выделениями теплоты, передаваемого излучением и конвекцией.

Интенсивность теплового потока у нагревательных печей и прессов составляет 1,4–2,1 кВт/м², в местах сборки заготовок, пультов управления и кабин крановщиков 1–1,95 кВт/м², у мест сборки изделий после штамповки 0,5–1 кВт/м². Интенсивное инфракрасное излучение приводит к созданию неблагоприятных климатических условий в цехе. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшают самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям.

В воздухе производственного помещения кузнечно-прессовых цехов находятся вредные токсические вещества: масляный аэрозоль, пыль и газы.

Масляный аэрозоль является продуктом сгорания смазочных материалов (минеральных масел, сухих мыл, консистентных смазочных материалов, воска, эмульсий, водных растворов мыла, синтетических масел, графитовых смазочных материалов), он также образуется при смазывании штампа.

Пылевидные частички, окалина и графит попадают в воздух рабочей зоны при обдувании сжатым воздухом поверхностей штампов и поковок. Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны составляет 3,9–4,1 мг/м³, за прессами может достигнуть 22–138 мг/м³.

Выделения токсичных газов от нагревательных печей в цеховых пролетах достигают 3–7 г СО при сжигании 1 кг природного газа. При сжигании 1 м³ природного газа образуется 0,21 г NO₂. В цех попадает до 10% общего количества вредных веществ, выделяемых при сгорании топлива.

Загрязняя атмосферу цеха, вредные вещества попадают в организм человека преимущественно через органы дыхания и кожу. Поражая дыхательную, пищеварительную, нервную системы эти вещества часто являются причиной возникновения и развития тяжелых заболеваний. Пыль, попадая в организм через органы дыхания, наносит большой вред человеку, приводит к возникновению профессиональных заболеваний, раздражению слизистых оболочек. Также пыль, оседая на кожных покровах, приводит к заболеваниям кожи. Такого рода вещества являются одними из самых опасных для человека и являются одними из главных вредных факторов в производственных процессах свободнойковки.

В настоящее время все большее гигиеническое значение в кузнечно-прессовых цехах приобретает уменьшение производственного шума. Особый интерес представляет вопрос о производственном шуме, возникающем при работе кривошипных ковочно-штамповочных прессов. Считается, что в процессе штамповки на таких прессах не генерируется опасный для организма шум, поскольку формоизменение заготовок происходит не в результате удара, а вследствие постепенно возрастающего давления (выдавливания).

Однако исследования показали, что при работе кривошипных ковочно-штамповочных прессов генерируется шум, значительно превышающий допустимые уровни почти по всему нормируемому диапазону частот (таблица 3.23). Работа прессов сопровождается также вибрацией опорных поверхностей.

Основные причины образования шума при работе кривошипных прессов связаны с их конструкцией: выхлоп воздуха из фрикционной пневматической муфты включения, работа шестерен, удар планки выталкивателя по упорам, удары в сочленениях отдельных деталей механизма пресса, работа двигателя. Перечень только этих причин свидетельствует о том, что борьба с шумом при работе кривошипных прессов является трудной задачей и должна включать одновременное решение всего комплекса вопросов.

Кузнечно-прессовые цеха характеризуются повышенным шумом (таблица 3.23) и вибрациями. При длительном воздействии шума снижается острота слуха, изменяется кровяное давление, ослабляется внимание, ухудшается зрение, происходят изменения в дыхательных центрах. Интенсивный шум является причиной нарушений сердечно-сосудистой системы, нормальной функции желудка и ряда других функциональных нарушений. В шумных цехах наиболее часты случаи производственного травматизма.

Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок. Электромагнитные поля радиочастот возникают при индукционном нагреве заготовок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердеч-

но-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполняемых операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Правильно выполненная система освещения играет существенную роль в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов, создает нормальные условия работы и повышает общую работоспособность организма.

Работа в кузнечно-прессовом цехе характеризуется большим разнообразием оборудования и операций. Это вызывает появление психофизиологических факторов. В основном это статические и динамические нагрузки.

Опасность травмирования работающих в кузнечно-прессовых цехах связана с видом операций, уровнем механизации, организации производства, конструктивным несовершенством кузнечно-прессового оборудования и др.

Неисправность пресса, недостаточный или избыточный нагрев заготовок, нарушение технологического процесса, неправильное крепление штампа, применение несоответствующего или неисправного инструмента и приспособлений, плохая организация рабочего места, недостаточные знания и опыт, отсутствие дисциплины по выполнению требований техники безопасности создают опасные условия и приводят к травмам.

Чаще всего причинами травмирования персонала являются:

- поломка штока, поршня или штампа в результате их недостаточного прогрева или возникновения трещин;
- поломка крышки цилиндра пресса в результате ударов поршня, разрыв трубопровода от образования конденсата в цилиндре;
- применение неправильных приемов работы при выдержке заготовок, остатков в штампе;
- вылет клиньев, которые крепят штамп, сухарей, подкладок, отлетания металла и окалины и др.;
- неправильные приемы работы на подъемно-транспортных механизмах, отсутствие безопасных проходов, проездов и так далее.
- отсутствие ограждения движущихся и вращающихся частей пресса и автоматических устройств подачи заготовок, расположенных на высоте до 2,5 м от уровня пола. Особенно опасно отсутствие ограждения рабочей зоны пресса.

При эксплуатации нагревательных печей, травмирование работающих возможно при доставке металла к печам, в результате падения заготовок, которые двигаются выталкивателями печей. Также травмирование возможно при подправке вручную заготовок на загрузочных столах нагревательных печей, при ручном кантовании или подправке нагреваемого в печах металла, при взрывах сварочных шлаков через попадание шлаков в воду или на сырые места. Могут происходить ожоги нагретыми заготовками, ожоги при очистке подоины печей от шлаков, отравление газом и др.

Наличие манипуляторов и подъемно-транспортных машин (мостовые краны, электротележки и другие) также могут являться причиной травматизма, особенно при нарушении правил эксплуатации данного оборудования.

Опасность поражения электрическим током возникает при использовании печей сопротивления для нагрева заготовок, потребляющих мощность 15–330 кВт при напряжении на клеммах 50–80 В. При индукционном нагреве средняя мощность, передаваемая от генератора к индуктору, в кузнечно-прессовых цехах составляет 15–350 кВт, напряжение – до 1000 В, частота 50–300000 Гц. Наиболее часто используют генераторы частотой 1000, 2500 и 8000 Гц. Доля электротравм в общей совокупности несчастных случаев достигает 10–12%.

Кузнечно-прессовые цеха по пожарной опасности относятся к категории «Г» и имеющие II степень огнестойкости зданий. В цехах существует опасность возникновения пожаров в прямках под прессами (из-за скопления масла), в подвальных помещениях, на складах материалов. Температура самовоспламенения нефтяных масел 250–400°С, а мазута 380–420°С. В мастерской по приготовлению технологических смазочных материалов используют горючие материалы (керосин, масла, спирты и пр.).

Наиболее частые причины возникновения пожаров на промышленных предприятиях – это неосторожное обращение с огнем, неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса, нарушение правил эксплуатации электрооборудования, несоблюдение мер пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ и некоторые другие. Пожар на производстве может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера.

При пуске газовых нагревательных печей в результате неправильного зажигания, при внезапной остановке дутья, просачивании газа в производственное помещение, а также при подсосе воздуха внутрь газовых устройств может произойти взрыв.

Анализ вышеперечисленных негативных производственных факторов показывает, что необходимо провести ряд мероприятий по улучшению условий труда в кузнечно-прессовом цехе.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда в кузнечно-прессовом цехе являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;
- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;

- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- обеспечение соответствия уровня вибрации на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- обеспечение соответствия уровня электромагнитных полей требованиям ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах», ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів»;

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- обеспечение пожарной и взрывной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.017-86 ССБТ «Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности»;

- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.026-81 ССБТ «Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности», ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 28.4-1.02-90 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько-пресовому і листоштампувальному виробництві», НПАОП 28.4-1.07-85 «Правила охорони праці в ковальсько-пресовому виробництві», НПАОП 28.4-1.31-89 «Правила з охорони праці у ковальсько-пресовому виробництві», НПАОП 28.5-1.02-07 «Правила охорони праці при термічній обробці металів», НПАОП 28.51-1.03-87 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів»;

- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;

- обеспечение соответствия пульта управления требованиям ГОСТ 23000-76 «Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования».

5.6 Специальность СП

В данном проекте участка цеха по сборке и сварке цилиндра гидропресса используется автоматическая дуговая сварка под слоем флюса. Для проведения сварочных работ используется автомат сварочный А-1569 с выпрямителем ТИУ-501. В цехе имеются следующее оборудование: шлакозачистная машина, роликовый стенд, мостовой кран.

Рассмотрим условия труда при работе на данном участке.

Условия труда на рабочем месте обуславливаются совокупностью разнообразных производственных факторов. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к профессиональному заболеванию или снижению работоспособности. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным производственным факторам в сварочных цехах относятся:

- движущиеся механизмы и изделия;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
- искры и брызги;
- выбросы расплавленного металла и шлака;
- возможность возникновения пожаров и взрывов;
- возможность взрыва систем, находящихся под давлением;
- подъемно-транспортное оборудование;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности пола.

К вредным физическим производственным факторам при проведении автоматической сварки под слоем флюса относятся:

- повышенное содержание нетоксичной пыли;
- ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемых деталей;
- повышенный уровень электромагнитных полей и излучений;
- ионизирующее излучение;
- неблагоприятные параметры микроклимата;
- несоответствующая организация освещения рабочего места.

К вредным химическим производственным факторам относятся токсичная пыль, газы, сварочные аэрозоли. Сварочная аэрозоль по характеру образования относится к аэрозолям конденсации и представляет собой

дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются мелкие частицы твердого вещества, а дисперсной средой – газ или смесь газов.

К вредным психофизиологическим производственным факторам относятся физические и нервно-психические перегрузки.

Биологические производственные факторы для данного вида работ не характерны.

Рассмотрим перечисленные факторы более подробно [2; 48; 49; 60].

Действие опасных производственных факторов может привести к травмам. При сварке могут иметь место засорения и ранения глаз, ожоги тела, ушибы, ранения. Причиной является выброс большого количества искр и брызг расплавленного металла. Опасность ожогов возрастает при сварке ржавой, загрязненной, замасленной или окрашенной поверхности, а также при использовании загрязненного флюса.

Кроме опасностей ожогов от выбрасываемого жидкого металла возможны ожоги и ранения в результате отскакивания от поверхности шва частиц еще не остывшей шлаковой корки, например, при случайном прикосновении руками к неостывшему изделию. Ожоги могут иметь место также при подогревании изделий перед сваркой, при пользовании паяльными лампами для сушки стыков, при случайном касании к разогретому электроду или проволоке, при удалении электродного огарка.

Имеют место порезы рук острыми кромками деталей, ушибы падающими деталями и другие травмы, являющиеся, как правило, следствием неосторожности при выполнении сварочных или подготовительных работ. Для зачистки швов, устранения дефектов поверхности, снятия заусенцев и слоя металла после огневой резки, подгонки и подготовки кромок под сварку применяют механизированный инструмент – пневмозубила, переносные шлифовальные машинки с электро- или пневмоприводом. При нарушении правил безопасности при работе с этим инструментом возможны травмы самого различного характера.

При выполнении сварочных работ на высоте и отсутствии соответствующих средств и ограждений возможно падение работающих, что ведет к ушибам, а также к тяжелому травматизму, в том числе к несчастным случаям с летальным исходом.

Наличие мостового крана приводит к появлению опасностей, связанных с его эксплуатацией. В основном это механические виды опасности, связанные с подъемными операциями и вызванные падением груза, доступом работников в опасную зону, недостаточной механической прочностью составных частей и деталей.

Неправильная эксплуатация электрооборудования может привести к поражению электрическим током. Доля электротравм в общей совокупности несчастных случаев зависит от различных факторов и для сварочных установок в среднем составляет 5,8%.

Участок, на котором проводится электродуговая сварка, относится к категории Г производств по пожарной и взрывной опасности. Возникновению пожара способствует наличие на объекте горючего вещества, окисли-

теля и источника воспламенения. В цехах существует повышенная опасность возникновения пожаров, так как постоянно в наличии источники воспламенения – искры и брызги.

Наличие при сварке горючих газов может привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением может вызвать физический взрыв. В технологическом процессе газовой сварки и резки могут использоваться баллоны, находящиеся под давлением, ацетиленовые генераторы. Нарушение правил эксплуатации этого оборудования может привести к взрывам и тяжелому травматизму.

Рассмотрим основные вредные производственные факторы.

Валовое выделение пыли при автоматической сварке под слоем флюса во много раз ниже по сравнению с ручной дуговой сваркой. Концентрация аэрозоля в зоне дыхания сварщика-оператора составляет 5,1–12,2 мг/м³. Концентрация окислов марганца в зоне дыхания рабочих, обслуживающих сварочные автоматы, колеблется от 0,11 до 0,7 мг/м³. На повышение концентрации аэрозоля в значительной степени влияет выполнение в ручную операций по сбору и пересыпке флюса и зачистки шва. Исследования показали большую эффективность применения флюсоотсосов при автоматической сварке под слоем флюса.

Концентрации аэрозоля, окислов марганца и других токсичных веществ в зоне дыхания сварщиков-автоматчиков зависит от состава и степени измельчения флюса, конфигурации свариваемых изделий, направления воздушных потоков в здании и т.д.

Запыленность зоны дыхания сварщика при применении свежего флюса в 2–2,8 раза ниже запыленности при использовании флюса, бывшего в употреблении и тем самым более размельченного. Содержание пыли в зоне дыхания оператора при сварке внутренних швов (полузамкнутые пространства) в 2,5 раза выше, чем при сварке наружных швов.

Основными вредными веществами в составе сварочного аэрозоля при автоматической сварке являются фтористые соединения (фтористый водород, четырехфтористый кремний и др.). Исследования показали, что валовое выделение фтористых соединений особенно велико при сварке под флюсом ОСЦ-45а. Оно составляет 43–286 мг на 1 кг наплавленного металла. При сварке с применением других флюсов (АН-348А, ФЦ-9, ФЦ-6, ФЦЛ-2 и др.) валовые выделения фтористых соединений колеблются по средним данным от 30 до 40 мг на 1 кг наплавленного металла. Выделение фтористых соединений резко возрастает с увеличением содержания фтористого кальция во флюсе. Образующийся при электросварке аэрозоль конденсации характеризуется мелкой дисперсностью. Более 90% частиц (в массовых долях) имеют скорость витания менее 0,1 м/с. Поэтому частицы аэрозоля легко следуют за воздушными потоками аналогично газам.

Одним из главных источников выделения вредных веществ является сварочная дуга. Хотя она имеет незначительные размеры, но концентрация вредных веществ непосредственно вблизи нее очень высока. Далее конвективный поток над сварочной ванной и нагретым металлом (изделием) выно-

сит аэрозоль в воздух помещения. При этом происходит интенсивное подмешивание окружающего воздуха. По мере удаления от источника, как по горизонтали, так и по вертикали концентрация вредных веществ резко уменьшается и на расстоянии соответственно 2 и 4 м уже приближается к общему фону загрязнения воздуха помещения. Общий фон в вентилируемых цехах, как правило, не превышает уровня ПДК. А вот в зоне дыхания сварщика, выполняющего ручные операции, содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля может в 7–10 раз превосходить как фон, так и ПДК.

При отсутствии правильно организованной местной вентиляции фактическая концентрация вредных веществ в зоне дыхания сварщиков может значительно превышать допустимую концентрацию. Следствием этого является достаточно высокий, по сравнению с другими профессиями, уровень профессиональных заболеваний сварщиков: болезнь органов дыхания (пневмокониоз), отравление марганцем, а также парами других металлов и сварочными газами.

Кроме того, при наличии стационарных рабочих мест в помещении необходимо поддерживать соответствующий уровень параметров микроклимата. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшают самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям.

Яркость световых лучей электрической дуги более чем в 1000 раз превышает допустимую норму для глаз. Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектр зависит от мощности дуги, применяемых материалов, защитных и плазмообразующих газов. При отсутствии защиты возможны поражения органов зрения (электроофтальмия, катаракта и т. п.) и ожоги кожных покровов. Отрицательное воздействие на здоровье может оказать инфракрасное излучение предварительно подогретых изделий, нагревательных устройств (нарушение терморегуляции, тепловые удары).

Правильно выполненная система освещения играет существенную роль в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов, создает нормальные условия работы и повышает общую работоспособность организма.

При контактной сварке работники могут подвергаться воздействию переменных магнитных полей, а при высокочастотной сварке – электромагнитных полей. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполняемых операций, сильных болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

При работе электронно-лучевых установок, проведении гамма- и рентгеновского просвечивания сварных швов, использовании торированных вольфрамовых электродов возможно воздействие на работающих ионизирующих излучений. Под влиянием этого излучения в организме нарушаются функции кровеносных органов, растет хрупкость и проницаемость сосудов, нарушается деятельность желудочно-кишечного тракта,

снижается сопротивляемость организма, он истощается. При нормальном режиме работы и полном соблюдении правил работы с источниками ионизирующих излучений действие этого фактора сводится к нулю.

Источниками повышенного шума являются плазмотроны, пневмоприводы, генераторы, вакуумные насосы и т. д., а ультразвук – ультразвуковые генераторы, рабочие органы установок и т. д. В сборочно-сварочном цехе источником повышенного шума являются шлакозачистная машина, пневмоприводы и генераторы, а также внутри цеховой транспорт.

Шум снижает производительность труда, особенно при выполнении точных работ, маскирует опасность от движущихся механизмов, затрудняет разборчивость речи, приводит к профессиональной тугоухости.

Изучение условий труда при полуавтоматической сварке под слоем флюса показало ее большую трудоемкость по сравнению автоматической сваркой. Необходимость удерживания длительное время в руке головки полуавтомата с бункером для флюса массой 2–2,5 кг утомляет к концу смены правую руку сварщика. Напряжено во время работы внимание сварщика в связи с высокими требованиями к качеству шва (необходимость поддержания на постоянном уровне длины дуги, силы тока и напряжения).

Автоматическая сварка под слоем флюса является менее трудоемкой и более экономичной, чем ручная дуговая сварка. Наблюдается меньшее утомление сварщика.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда в кузнечно-прессовом цехе являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;
- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;
- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- обеспечение соответствия уровня электромагнитных полей требованиям ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах», ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів»;

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;
- обеспечение пожарной и взрывной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;
- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ «Работы электросварочные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 28.52-1.04-86 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НПАОП 28.52-1.26-89 «Правила безпеки праці при електрозварювальних роботах», НПАОП 28.52-1.30-89 «Правила з охорони праці у зварювальному виробництві»;
- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

5.7 Специальности АПП и ПТМ

Самоходное погрузочное устройство СПУ-5000 предназначено для перегрузки горной массы (угля, породы) с разгрузочной консоли роторного экскаватора в железнодорожные вагоны. В базовом варианте управление процессом погрузки возлагается на двух операторов, которые находятся в специальной кабине.

Рассмотрим условия труда при работе данного погрузочного устройства. Условия труда на рабочем месте обуславливаются совокупностью разнообразных производственных факторов. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы.

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным производственным факторам при погрузке горной массы относятся:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования
- передвигающиеся материалы;
- разрушающиеся конструкции;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

- возможность возникновения пожаров и взрывов.

К вредным физическим производственным факторам при проведении погрузки относятся:

- повышенная запыленность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная подвижность воздуха;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

К вредным химическим производственным факторам относится пыль, газы и аэрозоли.

К вредным психофизиологическим производственным факторам относятся физические и нервно-психические перегрузки.

Биологические производственные факторы для данного вида работ не характерны.

Рассмотрим перечисленные факторы более подробно [37; 57].

Опасные производственные факторы

Воздействие на человека движущихся машины и механизмы, частей оборудования и перемещаемых материалов приводит к травмам. Наибольшую опасность в процессе погрузки горной массы представляют движущиеся вагоны под точкой погрузки. Возможно травмирование человека при его нахождении в зоне погрузки (вблизи движущихся вагонов).

Случайные просыпы материала через борта вагона также могут служить причиной получения травмы, вероятность которой значительно повышается с повышением скорости погрузки.

Не менее опасным фактором является наличие на самоходном погрузочном устройстве (СПУ) высоких напряжений и сопряженная с этим возможность поражения электрическим током.

На СПУ приняты напряжения:

- питающее 3~50 Гц, 6 000 и 10 000 В;
- высоковольтных потребителей 3~50 Гц, 6 000 и 10 000 В;
- низковольтного потребления 3~50 Гц, 220 и 380 В;

- цепей управления и сигнализации 50 Гц, 24, 220 и 380 В;
- цепей рабочего освещения 50 Гц, 220 В;
- цепей ремонтного освещения 50 Гц, 12 В;
- цепей аварийного освещения 220 В.

Колебания напряжения питающей сети составляет $\pm 15\%$.

Причиной поражения электрическим током может быть:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновение к нетоковедущим частям электроустановок, случайно оказавшиеся под напряжением вследствие повреждения изоляции или другой неисправности;
- попадание под напряжение во время проведения ремонтных работ на отключенном электрооборудовании из-за ошибочного его включения;
- замыкание провода на землю и возникновение шагового напряжения на поверхности земли или основания, на котором находится человек.

Воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в термическом, электролитическом, механическом и биологическом воздействии. Травмы подразделяют на местные, общие и смешанные электротравмы. По данным статистики до 55% всех несчастных случаев от электрического тока в промышленности приходится на смешанные травмы.

Возникновению пожара способствует наличие на объекте горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. Источниками воспламенения могут быть электрические искры, дуги и перегретые поверхности.

При работе СПУ в тяжелых режимах возможен перегрев электродвигателей, появление на коллекторах кругового огня, искрения, плавление изоляции токоведущих кабелей. Все это может стать причиной возникновения пожара.

Причиной взрыва может быть наличие пыли, способной в смеси с воздухом воспламениться при тепловом и ударно-волновом воздействии. Степень взрывчатости пыли зависит от вида вещества, дисперсного состава пыли, выделения летучих (горючих) веществ при её нагреве, от влажности, содержания золы и др. Взрывчатость возрастает с увеличением степени дисперсности; основным носителем взрывчатых свойств являются фракции размером менее 0,075 мм. Взрывчатость снижается с уменьшением выхода летучих веществ (угольная пыль перестаёт взрываться при выходе летучих веществ не более 6%), увеличением зольности (предельное значение зольности для угольной пыли 86-88%) и влажности.

Температура взрыва угольной пыли 575–850°С. Нижний концентрационный предел взрываемости угольной пыли в зависимости от выхода летучих веществ и содержания золы изменяется от 12 до 45 г/м³ и более. Максимальный эффект взрывчатости достигается при содержании в 1 м³ воздуха 300–400 г/м³ угольной пыли.

Вредные производственные факторы

Погрузка горной массы может происходить как в помещениях, так и на открытом пространстве. Поэтому величины параметров микроклимата (температуры, скорости движения и влажности) воздуха рабочей зоны изменяются в широком интервале. Это приводит часто к созданию неблагоприятных условий. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям.

В процессе погрузки горной массы происходит образование рудничной пыли, концентрация которой следующая:

- в помещениях – до 10 мг/м^3 ;
- на открытом пространстве – до 115 мг/м^3 .

Дисперсность пыли очень высока – пылинки размером до 5 мкм (наиболее опасные для организма) составляют более 90%. Содержание свободного диоксида кремния колеблется в широких пределах от 1 до 73–92%.

Кроме того, в случае возникновения пожаров возможно выделение дыма, содержащего токсичные примеси, являющиеся результатом перегрева или возгорания изоляционных и смазочных материалов.

Вредные вещества проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути. В результате действия вредных веществ у человека возникает болезненное состояние – отравление. Различают острые (кратковременное воздействие вещества, поступившего в организм в значительном количестве) и хронические травления (постепенное, продолжительное воздействие вещества, поступающее в организм малыми дозами). В результате хронических отравлений появляются профзаболевания. Воздействие вредного вещества на человека зависит от его токсичности, дисперсности, концентрации в воздушной среде, растворимости и других факторов.

При нормальном состоянии носоглотки и дыхательных путей до 90% вдыхаемой пыли задерживается, но крупные пылевые частицы сильно травмируют слизистую оболочку. Вдыхаемые с воздухом мелкие частички пыли могут вызвать заболевание лёгких – пневмокониоз (угольный – антракоз, породный – силикоз). Возможность возникновения заболевания зависит от массы вдыхаемой пыли и содержания в ней SiO_2 . Наиболее опасна пыль с размерами частиц $0,1\text{--}0,2 \text{ мкм}$.

При работе электрооборудование и персонал погрузочного устройства подвергается воздействию шума и вибраций:

- вибрации в вертикальной плоскости с частотой 2–19 Гц;
- одиночных ударов длительностью 30–40 мс;
- центробежных ускорений $0,004 \text{ с}^{-2}$ при разгоне и замедлении базы СПУ, и до $0,02 \text{ с}^{-2}$ при стопорении.

Шум снижает производительность труда, особенно при выполнении точных работ, маскирует опасность от движущихся механизмов, затрудняет разборчивость речи, приводит к профессиональной тугоухости, а при

больших уровнях шума может привести к механическому повреждению органов слуха.

Характер воздействия вибрации на человека зависит от диапазона частот колебаний, направления их действия, продолжительности воздействия, вида вибрации. Систематическое воздействие общей вибрации в резонансной и около резонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни. Это проявляется в стойких нарушениях физиологических функций организма и обусловлено преимущественно воздействием вибрации на центральную нервную систему.

Среди факторов внешней среды, влияющих на организм человека в процессе труда, освещение занимает одно из первых мест. Почти 90% всей информации человек получает через органы зрения. Недостаточная освещенность при напряженной зрительной работе или частая переадаптация зрения приводят к быстрому утомлению, возникновению головных болей, ухудшению зрения. При плохом освещении человек быстро устает, работает менее продуктивно, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев.

Психофизиологические факторы чаще всего возникают при невыполнении эргономических требований. К вредным факторам, связанным с отсутствием учета эргономических требований и принципов, относят:

- неудобную рабочую позу, чрезмерные или повторяющиеся физические нагрузки на организм оператора;
- недостаточный обзор с пульта управления;
- неудобная конструкция, размещение или маркировка элементов управления;
- неудобная конструкция или размещения приборов контроля;
- недостаточное освещение;
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;
- умственная перегрузка, стресс и т.п., возникающие во время рабочего процесса, процесса контроля работы системы управления;
- ошибки, неправильное поведение оператора.

Режим работы СПУ-5000 – круглосуточный, круглогодичный. Продолжительность одной смены 12 ч, в связи с этим высокая утомляемость операторов погрузки, снижение внимания, а поскольку режим погрузки ручной, то повышается вероятность возникновения аварийных ситуаций (просыпу горной массы в междувагонное пространство, переполнение накопительного бункера и др.).

Внедрение проектируемой системы управления позволит снизить тяжесть и напряженность труда операторов, обслуживающих погрузочное устройство, а также снизить количество операторов. Однако, при этом возникают другие производственные факторы, которые необходимо учитывать [14].

При проектировании систем управления необходимо учитывать возможность возникновения следующих видов опасностей:

- опасности, связанные с системой управления;

- опасности, вызванные неожиданным сбоем системы управления.

К опасностям, связанным с системой управления относят:

- неправильный выбор типа и количества средств отображения информации;
- неправильная конструкция органов управления и неправильный режим их работы;
- неправильное размещение органов управления и средств отображения информации

Сбой работы системы управления может произойти вследствие следующих событий:

- выход из строя или нарушение в работе элементов системы управления;
- прекращение подачи энергии и восстановление энергоснабжения после перерыва;
- внешнее влияние на оборудование;
- ошибки в программном обеспечении;
- ошибки оператора.

Проведенный анализ опасных и вредных производственных факторов позволяет обосновать выбор мероприятий и средств по их недопущению.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда при работе самоходного погрузочного устройства СПУ-5000 являются:

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям 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»;
- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»;
- обеспечение соответствия уровня шума на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- обеспечение соответствия уровня вибрации на рабочем месте требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;
- обеспечение пожарной и взрывной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 0.00-1.22-08 «Правила будови і безпечної експлуатації навантажувачів», НПАОП 63.1-1.06-85 «Правила техніки безпеки при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на транспортно-складських роботах»;
- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя»;
- обеспечение соответствия пульта управления (кабины) требованиям ГОСТ 12.2.064-81 ССБТ «Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.4.040-78 ССБТ «Символы органов управления производственным оборудованием», ГОСТ 22613-78 «Система «Человек – машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования» и ГОСТ 23000-76 «Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования».

5.8 Специальность ЭСА

Рассмотрим условия труда при эксплуатации электродвигателя.

Условия труда на рабочем месте обуславливаются совокупностью разнообразных производственных факторов. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все производственные факторы делятся на опасные и вредные факторы. Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к снижению работоспособности, заболеванию или профессиональному заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

При эксплуатации электрооборудования основное внимание необходимо уделять вопросу предотвращения возможности воздействия электрического тока на обслуживающий персонал.

Электродвигатель постоянного тока мощностью 70 кВт главного привода специального вальцетокарного калибровочного станка модели ИК 825 Ф2 установлен в помещении мастерской.

Условия эксплуатации электрооборудования следующие: помещение мастерской пыльное, влажное, грязное. Тип помещения по опасности поражения электрическим током и по характеру среды относится к особо опасным помещениям.

Основные причины травматизма в электроустановках можно сгруппировать по следующим группам:

- прикосновение к токоведущим частям под напряжением вследствие несоблюдения правил безопасности, дефектов конструкции и монтажа электрооборудования;
- прикосновение к нетоковедущим частям, которые случайно оказались под напряжением (повреждение изоляции, замыкание проводов);
- ошибочная подача напряжения в установку, где работают люди;
- отсутствие надежных защитных средств.

Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм. Статистические данные свидетельствуют о том, что доля электротравм в общей совокупности несчастных случаев в машиностроении составляет 10%. При этом, для помещений, относящихся к особо опасным по опасности поражения электрическим током, эти цифры почти в 3 раза больше.

По сравнению с другими видами травматизма травматизм в электроустановках имеет следующие особенности:

- организм человека не обладает органами, с помощью которых можно дистанционно определять наличие напряжения, и поэтому защитная реакция организма проявляется только после попадания под напряжение;
- ток, протекающий через человека, действует не только в местах контактов и по пути протекания через организм, но и вызывает рефлекторное воздействие с нарушением нормальной деятельности отдельных органов (сердечно-сосудистой, нервной системы, органов дыхания);
- существует возможность получения травм не только при прикосновении или приближении к частям электроустановки, но и без непосредственного контакта с этими частями (при поражении напряжением прикосновения или через электрическую дугу).

Электрический ток, протекая через организм человека, вызывает четыре вида воздействия: термическое, электролитическое, механическое и биологическое. Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства. Электролитическое действие проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. Механическое действие приводит к разрыву тканей и переломам костей. Биологическое действие проявляется в раздражении и

возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, присущих нормально действующему организму; с биологической точки зрения исход поражения человека электрическим током может быть следствием тех физиологических реакций, которыми ткани отвечают на протекание через них электрического тока.

В физиологическом смысле действие электрического тока является экзогенным, то есть обусловленным факторами внешней среды. Реакции, происходящие при возникновении электрической цепи в теле человека, бывают различными, начиная от легкого раздражения и локальной судороги, кончая летальным исходом. Подобно любому другому физическому раздражителю электрический ток действует не только местно, повреждая ткани, но и рефлекторно (действия, вызванные реакцией нервной системы в ответ на раздражение электрическим током).

Электротравма – нарушение анатомических соотношений и функций тканей и органов, сопровождающееся местной и общей реакцией организма и вызванное ненормальным состоянием электрооборудования или электрических сетей.

Условно все электротравмы можно свести к следующим видам:

- местные электротравмы – ярко выраженные местные нарушения целостности тканей, местные повреждения организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги;
- общие электротравмы (электрические удары) – травмы, связанные с поражением всего организма из-за нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем человека;
- смешанные электротравмы.

Примерное распределение несчастных случаев от электрического тока в промышленности по указанным видам травм: 20% приходится на местные электротравмы, 25% – на электрические удары и 55% – на смешанные травмы.

Исход воздействия электрического тока на организм человека зависит от ряда факторов, которые можно разделить на три группы:

- электрического характера (род и частота тока, величина напряжения и силы тока);
- неэлектрического характера (величина сопротивления тела человека, путь тока через тело человека, продолжительность воздействия);
- факторы окружающей среды.

При работе проектируемого электродвигателя на человека возможно воздействие и других опасных и вредных производственных факторов:

- электрические искры и дуги;
- движущиеся части оборудования;
- части оборудования, нагревающиеся до высоких температур;
- опасные и вредные материалы, используемые в конструкции оборудования, а также опасные и вредные вещества, выделяющиеся при его эксплуатации;

- шум и ультразвук;
- вибрация;
- электромагнитные поля, тепловые, оптические и рентгеновские излучения;
- возможность возникновения пожаров.

Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Оценка опасности воздействие электромагнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. При работе даже мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность поля не превышает 20–25 А/м, поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля достаточно производить по величине электрической напряженности поля. При напряженности поля до 5 кВ/м допускается присутствие персонала на рабочем месте в течение 8 часов.

Особое внимание необходимо уделить анализу пожароопасности электроустановки. При эксплуатации электродвигателя фактором, способствующим возникновению пожара, могут быть:

- электрическая искра и дуга;
- части электродвигателя, нагревающиеся до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей;
- применение пожароопасных материалов, используемых в электродвигателе, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

По данным статистики, от короткого замыкания в электрических сетях, машинах и аппаратах происходит в среднем 43,3% пожаров, от воспламенения горючих материалов и предметов, находящихся в непосредственной близости от электропотребителей или соприкасающихся с ними (перегрев опорных поверхностей) – 33,2%, при токовых перегрузках – 12,3%; от перегрева мест соединения токоведущих частей в результате образования больших переходных сопротивлений – 4,6%; от воздействия на окружающую среду электрической дуги и электрического искрения, возникающих при разрыве цепей – 3,3%; от нагрева конструкций при переходе (выносе) на них напряжений – 3,3%.

Кроме того, возможно дополнительное проявление производственных факторов, связанное с типом производства, используемого электроустановку. В данном случае электродвигатель является составной частью вальцетокарного станка [2, 14, 42].

При работе станка появляются следующие опасные производственные факторы: вращающаяся деталь, движущийся инструмент и части станка, ленточная стружка, раскаленные материалы, движущиеся подъемно-транспортные устройства – краны и транспортеры. При воздействии этих факторов на человека возможно получение ожогов и механических травм.

К раскаленным предметам и материалам относят резец и заготовку, которые в процессе резания могут достигать температуры 500 °С. Точение металла связано с выбросом металлической стружки высокой температуры, раскаленного масла. Металлическая стружка, особенно при точении вязких металлов (сталей), имеющая высокую температуру и большую кинетическую энергию, представляет серьезную опасность не только для работающего на станке, но и для лиц, находящихся вблизи станка. Наиболее распространенными у станочников являются травмы глаз. Так, при токарной обработке от общего числа производственных травм повреждение глаз превысило 50%.

Станок является постоянным рабочим местом, поэтому необходимо обеспечивать соответствующие санитарно-гигиенические условия работы. При работе на станке возможно воздействие на человека следующих вредных производственных факторов:

- несоответствующие параметры воздуха в цехе;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- повышенный уровень шума и вибрации;
- несоответствующая организация рабочего места.

Помещение вальцетокарной мастерской относят к помещениям со значительным избытком явного тепла. Пыль, находящаяся в воздухе во взвешенном состоянии, попадает в дыхательные пути и легкие организма человека, засоряет поры кожи и ухудшает теплообменные процессы организма с окружающей средой. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и часто приводит к различным заболеваниям. Вдыхание пыли может привести к развитию пылевых заболеваний бронхо-легочного аппарата – пневмокониозов и хронического пылевого бронхита.

Шум, возникающий при работе станка, широкополосный постоянный, уровень шума составляет 92 дБ·А, что превышает допустимые нормы. При длительном воздействии на человека шум приводит к развитию заболеваний, связанных с потерей слуха.

Вибрации возникают при вхождении резца в металл и выходе из него, при чрезмерно больших подачах, и также приводят к профессиональным заболеваниям. Систематическое воздействие вибрации может быть причиной болезни. Это проявляется в стойких нарушениях физиологических функций организма и обусловлено преимущественно воздействием вибрации на центральную нервную систему.

Недостаточная освещенность зоны обработки вызывает перенапряжение зрения станочника и необходимость чрезмерного приближения его

к зоне обработки, что связано с опасностью травмирования. Увеличение освещенности от 100 до 1000 лк обуславливает повышение производительности труда на 10–20%, уменьшение брака на 20%, снижение количества несчастных случаев на 30%.

Расположение и соединение частей оборудования должны быть выполнены с учетом удобства и безопасности наблюдения за оборудованием при выполнении сборочных работ, проведении осмотра, испытаний и обслуживания. Рациональная организация рабочего места станочника позволяет снизить тяжесть и напряженность труда, а также повысить качество и производительность.

Основными направлениями обеспечения безопасных условий труда при работе на вальцетокарном станке являются:

- обеспечение безопасности электродвигателя в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0–75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования», НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок», НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;

- обеспечение безопасности оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.009–80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»; НПАОП 0.00-1.30-01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями»;

- обеспечение безопасности процессов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Требования безопасности»; НПАОП 0.00-1.48-91 «Правила охорони праці при холодній обробці металів», НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила безпеки при обробці металів різанням»;

- обеспечение пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України»;

- обеспечение соответствия санитарно-гигиенических условий требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату»; ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення»; ГОСТ 12.1.003-89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»; ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»; ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования»; ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- обеспечение организации рабочего места в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование

производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя».

5.9 Специальности ИТ и ИСПР

Трудовой процесс осуществляется в определенных условиях производственной среды, которые характеризуются совокупностью элементов и факторов материально-производственной среды. Рассмотрим условия труда пользователя ПЭВМ, который является разработчиком программного продукта. Для работы используется следующее оборудование: компьютер PENTIUM-4, Монитор Samsung CRT 17" 783DF, лазерный принтер HP LaserJet 1020. Рабочее место находится в помещении, длина которого 7 м, ширина – 4 м, высота – 5 м. Уровень шума в помещении 45 дБ, освещенность рабочего места составляет 400 лк. Воздух рабочей зоны имеет следующие параметры: температура – 20°С, скорость движения – 0,6 м/с, влажность – 50%. Продолжительность сосредоточенного наблюдения составляет 50%.

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 при проектировании трудового процесса. Другой особенностью является значительная информационная нагрузка. Значительная нагрузка на центральную нервную и зрительную системы вызывает повышение нервно-эмоционального напряжения, и, как следствие, негативно влияет на сердечно-сосудистую 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. Таким образом, на пользователя ЭВМ воздействуют 4 группы факторов

трудовой среды: физические, эргономические, информационные и социально-психологические [1, 15, 19].

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

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого может привести к травме или другому резкому внезапному ухудшению здоровья. Вредный производственный фактор – это фактор, воздействие которого на работающего может привести к снижению работоспособности человека, заболеванию или 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, но она значительно возрастает в переполненных и неправильно вентилируемых помещениях.

Важнейшими факторами являются электромагнитные поля в диапазоне от 3 Гц до 300 МГц, электростатические поля, напряжение зрения, большие нагрузки различного характера. Рассмотрим их более подробно.

ПЭВМ является источником нескольких видов электромагнитных полей и излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного, видимого, низкочастотного, сверхнизкочастотного и высокочастотного. 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 сердечно-сосудистой системы и желудочно-желудочного 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.

Можно выделить следующие основные нарушения здоровья пользователей ПЭВМ:

- зрительный дискомфорт и болезни органов зрения;
- перенапряжение опорно-двигательной системы;
- расстройства ЦНС и болезни сердечно-сосудистой 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.

Представляет практический интерес комплексная оценка условий труда. Одним из широко используемых аналитических показателей условий труда является категория тяжести труда. Категория тяжести труда характеризует состояние организма человека, которое формируется под влиянием условий труда. Выполним количественную оценку условий труда на рассматриваемом рабочем месте. Каждый элемент условий труда оценим по шести бальной шкале [15, 44]. Результаты оценки приведены в таблице 5.1.

Интегральная балльная оценка тяжести труда I_T рассчитывается по формуле:

$$I_T = 10 \left(X_{\text{оп}} + \bar{X} \frac{6 - X_{\text{оп}}}{6} \right),$$

где $X_{\text{оп}}$ – определяющий элемент условий труда, то есть элемент, получивший наибольшую оценку;

\bar{X} – средний балл всех элементов условий труда, кроме определяющего элемента.

Средний балл всех элементов рассчитывают по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n - 1},$$

где $\sum_{i=1}^n X_i$ – сумма всех элементов, кроме определяющего элемента;

n – количество учтенных элементов условий труда.

Таблица 5.1 – Балльная оценка элементов условий труда

№	Элемент условий труда, единицы измерения	Обозначение	Значение	Оценка фактора, баллы
1	Температура, °С	X_1	20	1
2	Скорость ветра, м/с	X_2	0,6	3
3	Влажность воздуха, %	X_3	50	1
4	Освещенность, лк	X_4	400	1
5	Продолжительность сосредоточенного наблюдения, %	X_5	50	2
6	Уровень шума, дБ А	X_6	45	2

Согласно данным таблицы П.1 элементы условий труда оцениваются, соответственно, $X_1=1$, $X_2=3$, $X_3=1$, $X_4=1$, $X_5=2$ и $X_6=2$. Элементом условий труда, получившим наибольшую оценку, является $X_{оп}=3$.

Средний балл всех элементов условий труда, составляет:

$$\bar{X} = \frac{1+1+1+2+2}{5} = 1,4.$$

Интегральная балльная оценка тяжести труда соответственно равна:

$$И_{т} = 10 \left(3 + 1,4 \frac{6-3}{6} \right) = 37.$$

Интегральная балльная оценка тяжести труда в 37 балла отвечает III категории тяжести труда [15, 44].

Степень утомления человека в условных единицах рассчитывают по формуле:

$$Y = \frac{И_{т} - 15,6}{0,64},$$

где 15,6 и 0,64 – коэффициенты регрессии.

Работоспособность человека определяется как величина, противоположная утомлению (в условных единицах):

$$R = 100 - Y.$$

Рассчитаем работоспособность человека в данных условиях труда:

$$R = 100 - Y = 100 - \frac{37 - 15,6}{0,64} = 100 - 33,4 = 66,6.$$

Оценка условий труда показала, что они не являются комфортными (III категория тяжести труда). Следовательно, необходимо разработать мероприятия по обеспечению безопасных и комфортных условий труда.

Основными направлениями обеспечения безопасных и комфортных условий труда при работе на ПЭВМ являются:

- обеспечение соответствия параметров микроклимата требованиям ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

- обеспечение соответствия чистоты воздуха требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- обеспечение соответствия уровня ионизации воздуха требованиям ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

- обеспечение соответствия освещения рабочей зоны требованиям ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення», ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

- обеспечение соответствия уровня шума и вибрации на рабочем месте требованиям ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

- обеспечение соответствия уровня электромагнитных и электростатических полей и излучений требованиям ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і привила при роботі з джерелами електромагнітних полів», ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

- обеспечение электробезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования», НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;

- обеспечение пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України»;

- забезпечення організації робочого місця в відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя», ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

- забезпечення відповідності режиму праці та відпочинку вимогам ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2002. – 310 с. – ISBN 5-06-004078-8.
- 2 Безопасность производственных процессов : справочник / под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 3 Безопасность труда в промышленности: справочник / К. Н. Ткачук [и др.]. – К. : Техніка, 1982. – 231 с.
- 4 **Белов, С. В.** Охрана труда при производстве и эксплуатации подъемно-транспортных машин / С. В. Белов, А. Ф. Козьяков. – М. : Машиностроение, 1986. – 208 с.
- 5 **Васильев, Г. А.** Основы безопасности труда на предприятиях черной металлургии / Г. А. Васильев, В. Д. Жидков, Л. Г. Шакирзянова. – М. : Металлургия, 1983. – 224 с.
- 6 **Власов, А. Ф.** Безопасность труда при обработке металлов резанием / А. Ф. Власов. – М. : Машиностроение, 1984. – 88 с.
- 7 **Власов, А. Ф.** Удаление пыли и стружки от режущих инструментов / А. Ф. Власов. – М. : Машиностроение, 1966. – 228 с.
- 8 **Волков, Ю. Н.** Безопасность производственных процессов в машиностроении / Ю. Н. Волков. – М. : Машиностроение, 1972. – 168 с.
- 9 **Воскобойников, В. Г.** Общая металлургия: учебник / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. – М. : Академкнига, 2002. – 768 с.
- 10 **Гажаман, В. І.** Електробезпека на виробництві: навч. посіб. / В. І. Гажаман. – К.: Охорона праці, 2002. – 272 с.
- 11 **Глиняна, Н. М.** Охорона праці в ливарному виробництві / Н. М. Глиняна. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 184 с. – ISBN 978-966-379-341-2.
- 12 **Глиняная, Н. М.** Охрана труда в литейном производстве / Н. М. Глиняная, А. Н. Фесенко. – Краматорск : ДГМА, 2004. – 168 с. – ISBN 5-7763-1408-9.
- 13 **Гордон, Г. Ю.** Электротравматизм и его предупреждение / Г. Ю. Гордон, Л. И. Вайнштейн. – М. : Энергоиздат, 1986. – 256 с.
- 14 **Дементій, Л. В.** Охорона праці в механічних та складальних цехах / Л. В. Дементій, С. А. Гончарова. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – 312 с. – ISBN 5-7763-1413-5.
- 15 **Дементий, Л. В.** Охрана труда в автоматизированном производстве. Обеспечение безопасности труда / Л. В. Дементий, А. Л. Юсина. – Краматорск: ДГМА, 2007. – 300 с. – ISBN 978-966-379-163-0.
- 16 **Долин, П. А.** Основы техники безопасности в электроустановках / Долин П. А. – М. : Энергия, 1979. – 407 с.
- 17 **Ефанов, П. Д.** Безопасность труда в основных производственных процессах черной металлургии: справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1981. – 245 с.

18 **Ефанов, П. Д.** Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии: справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1980. – 406 с.

19 **Жидецкий, В. Ц.** Основы охорони праці / В. Ц. Жидецкий, В. С. Джигерей, О. В. Мельников. – Львів : Афіша, 2000. – 350 с. – ISBN 966-7760-19-7.

20 **Жидецкий, В. Ц.** Охрана праці користувачів комп'ютерів / В. Ц. Жидецкий. – Львів : Афіша, 2000. – 176 с.

21 **Заборов, В. И.** Защита от шума и вибрации в черной металлургии / В. И. Заборов, Л. Н. Клячко, Г. С. Росин. – М. : Металлургия, 1988. – 216 с.

23 **Зиньковский, М. М.** Техника безопасности и производственная санитария: краткий справочник металлурга / М. М. Зиньковский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1973. – 255 с.

23 **Злобинский, В. М.** Охрана труда в металлургии / В. М. Злобинский. – М. : Металлургия, 1975. – 336 с.

24 **Злотников, С.Л.** Техника безопасности и производственная санитария в кузнечнопрессовых цехах / С. Л. Злотников, П. И. Казакевич, В. Л. Михайлова. – М. : Машиностроение, 1984. – 256 с.

25 **Иванов, Б. С.** Охрана труда в литейном и термическом производстве: учебник / – Б. С. Иванов. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.

26 **Ильинский, Б. Д.** Техника безопасности и противопожарная техника в черной металлургии / Б. Д. Ильинский. – М. : Металлургия, 1967. – 370 с.

27 Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей: навч. посіб. / за ред. В. В. Сафонова. – К. : Основа, 2000. – 336 с. – ISBN 966-7233-23-5.

28 **Козьяков, А. Ф.** Охрана труда в машиностроении / А. Ф. Козьяков, Л. Л. Морозова – М. : Машиностроение, 1990. – 256 с.

29 **Коновалова, С. А.** Курс лекций по дисциплине «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности ПТМ / С. А. Коновалова, Г. И. Чижиков, В. Г. Крупко. – Краматорськ : ДГМА, 2006. – 232 с. – ISBN 5-7763-1130-6/

30 **Королькова, В. И.** Электробезопасность на промышленных предприятиях / В. И. Королькова. – М. : Машиностроение, 1970. – 520 с.

31 **Коузов, П. А.** Вентиляция кабины крановика / П. А. Коузов, М. И. Гримитлин. – Л. : ЛИОТ, 1955. – 28с.

32 **Краснов, Л. М.** Техника безопасности при эксплуатации мостовых кранов /Л. М. Краснов. – Днепропетровск : Промінь, 1968. – 72с.

33 **Краснов, Л. М.** Охрана труда в условиях повышенной опасности / Л. М. Краснов. – Днепропетровск : Промінь, 1977. – 160 с.

34 Краткий конспект лекций по курсу «Охрана труда в отрасли» для студентов специальностей ОМД и МТО / Г. И. Чижиков [и др.]. – Краматорск : ДГМА, 2003. – 116 с. – ISBN 5-7763-1415-1.

- 35 **Лавров, Н. К.** Завивание и дробление стружки в процессе / Н. К. Лавров. – М. : Машиностроение, 1971. – 87 с.
- 36 **Лагунов, Л. В.** Борьба с шумом в машиностроении / Л. В. Лагунов, Г. Л. Осипов. – М. : Машиностроение, 1980. – 150 с.
- 37 **Лысяков, А. Г.** Техника безопасности при перемещении грузов на машиностроительных предприятиях / А. Г. Лысяков. – М. : Машиностроение, 1982. – 239 с.
- 38 **Марченко, І. Л.** Охорона праці в ковальсько-пресових цехах / І. Л. Марченко, О. М. Бакланов. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 196 с. – ISBN 978-966-379-431-0.
- 39 Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальності «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання» / уклад. С. О. Коновалова. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – 80 с.
- 40 **Михайлова, В. Л.** Безопасность труда в кузнечно-прессовых цехах: учебное пособие / В. Л. Михайлова. – М. : Высшая школа, 1988. – 120 с. – ISBN 5-06-001338-3.
- 41 **Молчанова, З. В.** Охрана труда в прокатном производстве / З. В. Молчанова. – М. : Металлургия, 1973. – 248 с.
- 42 Організація роботи студентів з виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальностей ТМ, МВ, ІВ / уклад.: С. А. Гончарова, Л. В. Дементій. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 144 с.
- 44 Організація роботи студентів з виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальностей МО / уклад.: С. А. Гончарова, Л. В. Дементій. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 112 с.
- 44 Організація роботи студентів з виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів / уклад.: Г. Л. Юсіна, Л. В. Дементій. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 92 с.
- 45 Охрана труда в электроустановках / под ред. Б. А. Князевского. – М. : Энергоиздат, 1977. – 320 с.
- 46 Охрана труда при обработке металлов резанием / И. А. Фоменко [и др.]. – К. : Техника, 1989. – 159 с.
- 47 **Павленко, А. Р.** Компьютер, TV и здоровье: решение проблемы / А. Р. Павленко. – К. : Основа, 1998. – 152 с.
- 48 **Писаренко, В. Л.** Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве / В. Л. Писаренко, М. Л. Рогинский. – М. : Машиностроение, 1981. – 120 с.
- 49 **Поважук, Г. М.** Техника безопасности при сварочных работах / Г. М. Поважук, Б. С. Кравец. – Киев : Будівельник, 1976. – 96 с.
- 50 Практикум із охорони праці: навч. посіб. / за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. – ISBN 966-7760-09-X.
- 51 **Сибикин, Ю. Д.** Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю. Д. Сибикин. – М. : Издательский цент «Академия», 2003. – 240 с.

52 **Смирнов, Н. В.** Пожарная безопасность предприятий черной металлургии: справочник / Н. В. Смирнов, Л. И. Коган. – М. : Металлургия, 1969. – 431 с.

53 **Спельман, Е. П.** Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и механизмов / Е. П. Спельман, Г. С. Чуйков. – М. : Стройиздат, 1973. – 175с.

54 **Сперанский, Б. С.** Охрана окружающей среды в литейном производстве / Б. С. Сперанский, Б. Ф. Туманский. – К. : Донецк : Вища шк., 1985. – 80 с.

55 Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. О. Н. Русака. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с. – ISBN 5-217-00415-0.

56 **Траубе, Е. С.** Тормозные устройства и безопасность шахтных подъемных машин / Е. С. Траубе, И. С. Найденко. – М. : Недра, 1980.– 256 с.

57 **Филиппов, Б. И.** Охрана труда при эксплуатации строительных машин / Б. И. Филиппов. – М. : Высш. шк., 1970. – 392 с.

58 **Халецкий, И. М.** Вентиляция и отопление заводов черной металлургии: справочник / И. М. Халецкий. – М. : Металлургия, 1981. – 240 с.

59 **Чижиков, Г. І.** Охорона праці в галузі: курс лекцій для студентів спеціальності МО / Г. І. Чижиков, С. А. Гончарова, Ю. К. Доброносів. – Краматорськ : ДДМА, 2004. – 140 с. – ISBN 5-7763-0430-X.

60 **Чижиков, Г. И.** Краткий конспект лекций по курсу «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности «Сварочное производство» / Г. И. Чижиков, А. Г. Гринь, Ю. В. Менафова. – Краматорск : ДГМА, 2006. – 156 с. – ISBN 5-7763-2680-X.

61 **Шаприцкий, В. Н.** Вентиляция и отопление прокатных цехов / В. Н. Шаприцкий. – М. : Металлургия, 1988. – 186 с.

62 **Шишкова, А. П.** Охрана окружающей среды от загрязнениями предприятиями черной металлургии / А. П. Шишкова. – М. : Металлургия, 1982. – 208 с.

63 **Шишков, Н. А.** Технический надзор за содержанием и безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов / Н. А. Шишков. – М. : Недра, 1986. – 256с.

64 Электробезопасность на промышленных предприятиях: справочник / Р. В. Сабарно [и др.]. – К. : Техника, 1985. – 288 с.

65 **Юдашкин, М. Н.** Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии / М. Н. Юдашкин. – М. : Металлургия, 1984. – 320 с.

Приложение А
Варианты заданий для студентов ИТ и ИСПР

Таблица А.1 – Характеристика условий труда на рабочих местах

Предпоследняя цифра варианта	Параметры микроклимата в теплый период года			Общее освещение, лк	Длительность сосредоточенного наблюдения, %
	Температура, °С	Скорость воздуха, м/с	Влажность воздуха, %		
0	29	0,2	60	300	30
1	22	0,3	65	150	40
2	20	0,6	50	400	50
3	25	0,2	55	300	76
4	18	0,7	60	350	20
5	28	0,4	40	150	30
6	21	0,6	50	300	80
7	19	0,3	76	400	40
8	22	0,7	55	100	50
9	18	0,1	70	350	25

Продолжение таблицы А.1

Последняя цифра варианта	Уровень шума, дБ А	Характеристика помещений, м			Количество	
		Длина	Ширина	Высота	Помещений	Рабочих мест
0	54	9	4	5,0	3	9
1	50	6	3	5	1	2
2	60	6	3	4,5	2	4
3	45	7	4	5	4	8
4	55	12	7	6	15	15
5	40	9	3	5,5	2	6
6	50	4	4	4,4	1	1
7	52	3	3	4,3	3	3
8	48	9	3	5,5	2	5
9	55	10	4	6	1	8

Приложение Б
Перечень нормативно-технической документации

Таблица Б.1 – Стандарты системы безопасности труда

Обозначение	Название
ССБТ. Подсистема 0	
ГОСТ 12.0.001-82	Основные положения
ГОСТ 12.0.002-80	Термины и определения
ГОСТ 12.0.003-74	Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
ССБТ. Подсистема 1	
ГОСТ 12.1.001-89	Ультразвук. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.002-84	Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
ГОСТ 12.1.003-89	Шум. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.004-91	Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.1.006-84	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.007-76	Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.008-76	Биологическая безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.009-76	Электробезопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.010-76	Взрывобезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.012-90	Вибрационная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.018-79	Статическое электричество. Искробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.019-79	Электробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.034-81	Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях
ГОСТ 12.1.038-82	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
ГОСТ 12.1.040-83	Лазерная безопасность. Общие положения
ГОСТ 12.1.044-89	Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.1.045-84	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ССБТ. Подсистема 2	
ГОСТ 12.2.003-91	Оборудование производственное. Общие требования безопасности

Продолжение таблицы Б.1

Обозначение	Название
ГОСТ 12.2.007.0–75	Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.009–80	Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.017-86	Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.020-76	Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка
ГОСТ 12.2.022-80	Конвейеры. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.032-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя
ГОСТ 12.2.033-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя
ГОСТ 12.2.040-79	Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.049-80	Оборудование производственное. Общие эргономические требования
ГОСТ 12.2.061-81	Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
ГОСТ 12.2.064-81	Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.065-81	Краны грузоподъемные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.072-82	Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.074-82	Лифты электрические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.119-88	Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности
ССБТ. Подсистема 3	
ГОСТ 12.3.001-73	Пневмоприводы. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.002-75	Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.003-86	Работы электросварочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.004-75	Термическая обработка металла. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.005-75	Работы окрасочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.009-76	Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

Продолжение таблицы Б.1

Обозначение	Название
ГОСТ 12.3.020-80	Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.025-80	Обработка металлов резанием. Требования безопасности
ГОСТ 12.3.026-81	Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности
ГОСТ 12.3.027-81	Работы литейные. Требования безопасности
ССБТ. Подсистема 4	
ГОСТ 12.4.026-76	Цвета сигнальные и знаки безопасности
ГОСТ 12.4.040-78	Символы органов управления производственным оборудованием

Таблица Б.2 – Стандарты системы «Человек – машина»

Обозначение	Название
ГОСТ 21033-75	Система «Человек – машина». Основные понятия. Термины и определения
ГОСТ 21034-75	Система «Человек – машина». Рабочее место человека-оператора. Термины и определения
ГОСТ 21889-76	Система «Человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования
ГОСТ 21958-76	Система «Человек – машина». Зал и кабина оператора, взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования
ГОСТ 22269-76	Система «Человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования
ГОСТ 22973-76	Система «Человек – машина». Общие эргономические требования. Классификация
ГОСТ 23000-76	Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования

Таблица Б.3 – Нормативно-правовые акты Украины

Обозначение	Название
НПАОП 0.00-1.01-07	Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів
НПАОП 0.00-1.02-08	Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів
НПАОП 0.00-1.07-94	Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском
НПАОП 0.00-1.08-94	Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів
НПАОП 0.00-1.11-98	Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пару і гарячої води

Продолжение таблицы Б.3

Обозначение	Название
НПАОП 0.00-1.12-84	Правила вибухонебезпеки при використанні мазуту та природного газу в котельних установках
НПАОП 0.00-1.13-71	Правила будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів
НПАОП 0.00-1.15-07	Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті
НПАОП 0.00-1.17-92	Єдині правила безпеки при вибухових роботах
НПАОП 0.00-1.22-08	Правила будови і безпечної експлуатації навантажувачів
НПАОП 0.00-1.24-10	Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом
НПАОП 0.00-1.26-96	Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7кгс/см ²), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°С
НПАОП 0.00-1.28-10	Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин
НПАОП 0.00-1.29-97	Правила захисту від статичної електрики
НПАОП 0.00-1.30-01	Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями
НПАОП 0.00-1.34-71	Єдині правила безпеки при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом
НПАОП 0.00-1.36-03	Правила будови і безпечної експлуатації підйомників
НПАОП 0.00-1.48-91	Правила охорони праці при холодній обробці металів
НПАОП 0.00-1.52-77	Єдині правила безпеки при дрібненні, сортуванні, збагаченні корисних копалин і огрудкуванні руд та концентратів
НПАОП 0.00-1.54-93	Правила безпеки при експлуатації електроустаткування та електромереж на відкритих гірничих роботах
НПАОП 10.0-1.01-10	Правила безпеки у вугільних шахтах
НПАОП 10.0-1.07-02	Вимоги безпеки до стрічок конвеєрних шахтних та методи випробувань
НПАОП 10.0-3.01-90	Нормативи безпеки вибійних машин, комплексів і агрегатів
НПАОП 10.2-3.01-83	Норми безпеки при експлуатації електрообладнання на вугільних розрізах
НПАОП 14.0-1.01-85	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в нерудній промисловості

Продолжение таблицы Б.3

Обозначение	Название
НПАОП 14.0-1.02-85	Правила техники безопасности і виробничої санітарії в промисловості нерудних будівельних матеріалів, графіту, каоліну, тальку
НПАОП 14.3-7.02-06	Загальні вимоги охорони праці працівників гірничодобувних підприємств
НПАОП 23.1-1.01-08	Правила безпеки в коксохімічному виробництві
НПАОП 27.0-1.01-08	Правила охорони праці в металургійній промисловості
НПАОП 27.1-1.01-09	Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві
НПАОП 27.1-1.02-97	Правила безпеки у доменному виробництві
НПАОП 27.1-1.04-09	Правила охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу
НПАОП 27.1-1.06-08	Правила охорони праці під час ремонту устаткування на підприємствах чорної металургії
НПАОП 27.1-1.09-09	Правила охорони праці у газовому господарстві підприємств чорної металургії
НПАОП 27.1-1.10-07	Правила безпеки в газовому господарстві коксохімічних підприємств і виробництв
НПАОП 27.1-1.46-69	Правила техніки безпеки в мартенівському і електросталеплавильному виробництві
НПАОП 27.2-1.01-09	Правила охорони праці у трубному виробництві
НПАОП 27.35-1.01-09	Правила охорони праці у феросплавному виробництві
НПАОП 27.4-7.15-86	ОСТ 48.264-86 Огородження рухомих частин устаткування. Загальні технічні вимоги
НПАОП 27.5-1.05-86	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ливарному виробництві підприємств хімічного машинобудування
НПАОП 27.5-1.15-97	Правила безпеки у ливарному виробництві
НПАОП 27.5-1.33-89	Правила техніки безпеки при литті сталей і жаротривких сплавів за моделями, що виплавляються
НПАОП 27.5-1.43-61	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при роботі в ливарних цехах і цехах переплаву алюмінієвих сплавів
НПАОП 27.5-1.44-61	Правила безпеки при литті та обробці свинцево-цинкових штампів
НПАОП 27.5-1.45-61	Правила безпеки при роботі в ливарних цехах сталюого, чавунного та бронзового лиття

Продолжение таблицы Б.3

Обозначение	Название
НПАОП 28.0-1.01-90	Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металоріза- льних верстатах
НПАОП 28.0-1.02-83	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів
НПАОП 28.0-1.03-08	Правила охорони праці у метизному виробництві
НПАОП 28.0-1.12-60	Правила безпеки при роботі в цехах гарячої і холод- ної прокатки алюмінієвих і магнієвих сплавів
НПАОП 28.4-1.02-90	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ко- вальсько-пресовому і листоштампувальному вироб- ництві
НПАОП 28.4-1.07-85	Правила охорони праці в ковальсько-пресовому ви- робництві
НПАОП 28.4-1.13-74	Правила і норми техніки безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії для фарбувальних цехів
НПАОП 28.4-1.18-59	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальськопресовому виробництві
НПАОП 28.4-1.31-89	Правила з охорони праці у ковальсько-пресовому виробництві
НПАОП 28.5-1.02-07	Правила охорони праці при термічній обробці мета- лів
НПАОП 28.5-1.11-73	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при газоелектричному різанні
НПАОП 28.5-1.19-76	Правила безпеки праці при електронно- променевому зварюванні
НПАОП 28.5-1.34-90	Правила безпеки при обробці металів різанням
НПАОП 28.51-1.03-87	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.08-83	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.10-73	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при плазмовому різанні
НПАОП 28.51-1.11-67	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.19-62	Правила безпеки при експлуатації електротермічних установок підвищеної та високої частоти
НПАОП 28.51-1.21-60	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при фарбуванні виробів у машинобудуванні
НПАОП 28.52-1.04-86	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах

Продолжение таблицы Б.3

Обозначение	Название
НПАОП 28.52-1.15-60	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах
НПАОП 28.52-1.22-64	Правила і норми безпечної роботи з абразивним інструментом
НПАОП 28.52-1.26-89	Правила безпеки праці при електрозварювальних роботах
НПАОП 28.52-1.30-89	Правила з охорони праці у зварювальному виробництві
НПАОП 29.2-1.01-58	Загальні правила техніки безпеки та виробничої санітарії для підприємств і організацій машинобудування
НПАОП 40.1-1.01-97	Правила безпечної експлуатації електроустановок
НПАОП 40.1-1.07-01	Правила експлуатації електрозахисних засобів
НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів
НПАОП 40.1-1.32-01	Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок
НПАОП 45.2-4.01-98	Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд
НПАОП 45.2-7.01-97	Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж
НПАОП 45.2-7.02-80	Техніка безпеки у будівництві СНиП III-4-80*
НПАОП 60.1-1.48-00	Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях
НПАОП 60.2-1.01-06	Правила охорони праці на міському електричному транспорті
НПАОП 63.1-1.06-85	Правила техніки безпеки при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на транспортно-складських роботах

Таблиця Б.4 – Норми та правила безпеки

Обозначение	Название
НАПБ Б.03.002-2007	Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою
ДБН В.2.5-28-2006	Природне та штучне освітлення
ДБН В.1.1.7-2002	Пожежна безпека об'єктів будівництва
НАПБ А.01.001-2004	Правила пожежної безпеки України
ДСанПіН 3.3.2-007-98	Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин

Продолжение таблицы Б.4

Обозначение	Название
ДСН 3.3.6.037-99	Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
ДСН 3.3.6.039-99	Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації
ДСН 3.3.6.042-99	Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
ДСН 3.3.6.096-2002	Державні санітарні норми і привила при роботі з джерелами електромагнітних полів
ОСПУ-2005	Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки
СНіП 2.09.09-85	Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування

Приложение В Требования к воздуху рабочей зоны

Таблица В.1 – Оптимальные нормы параметров микроклимата воздуха рабочей зоны (ДСН 3.3.6.042-99)

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

Таблица В.2 – Допустимые значения температуры воздуха рабочей зоны (ДСН 3.3.6.042-99)

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	
		Постоянные рабочие места	Временные рабочие места
Холодный период	Ia	21–25	18–26
	Iб	20–24	17–25
	IIa	17–23	15–24
	IIб	15–21	13–23
	III	13–19	12–20
Теплый период	Ia	22–28	20–30
	Iб	21–28	19–30
	IIa	18–27	17–29
	IIб	15–27	15–29
	III	15–26	13–28

Примечание. Температура внутренних поверхностей рабочей зоны (стены, пол, потолок), внешних поверхностей технологического оборудования, ограждающих конструкций не должна превышать больше чем на 2°С за границы оптимальных величин температуры воздуха для данной категории работ и не должна выходить за границы допустимых величин температуры воздуха.

Таблица В.3 – Категории работ по степени тяжести (ГОСТ 12.1.005-88)

Категория работ	Энергозатраты		Характеристика работ
	Вт	ккал/ч	
Легкие Ia	До 139	До 120	Работы, выполняемые сидя с незначительными физическими напряжениями
Легкие Ia	140–174	121–150	Работы, выполняемые сидя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторыми физическими напряжениями
Средней тяжести IIa	175–232	151–200	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) предметов в положении «стоя» или «сидя» и требующие незначительного физического напряжения
Средней тяжести IIб	233–290	201–250	Работы, связанные с ходьбой и перемещением грузов до 10 кг, сопровождающиеся умеренными физическими напряжениями
Тяжелые III	Более 290	Более 250	Работы, связанные с передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) грузов, требующие значительного физического напряжения

Таблица В.4 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Азота диоксид	5	3
Алюминий и его сплавы	2	3
Аммиак	20	4
Ацетон	200	4
Бензол	15	2
Бенз(а)пирен	0,000 15	1
Водорода хлорид	5	2
Диэтиловый эфир	300	4
Железный агломерат	4	3
Известняк	6	4
Керосин (в пересчете на С)	300	4
Кремния диоксид кристаллический при содержании в пыли от 10 до 70 %	2	3
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании до 20 %	0,2	2
Масла минеральные нефтяные	5	3

Продолжение таблицы В.4

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Медь	1	2
Молибден металлический	3	3
Натрия гидрокарбонат	5	3
Никель, соединения никеля	0,05	1
Нитробензол	3	2
Озон	0,1	1
Пыль с примесью диоксида кремния от 2 до 10 %	4	4
Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	0,01	1
Сера элементарная	6	4
Сероводород	10	2
Спирт этиловый	1000	4
Тулуол	50	3
Углерода оксид	20	4
Углерода пыль с содержанием свободного диоксида кремния до 5%	6	4
Углерода пыль с содержанием свободного диоксида кремния от 5% до 10%	4	3
Хлор	1	2
Хрома оксид (III)	1	3
Цинка оксид	0,5	2
Щелочи	0.5	2

Таблица В.5 – Нормирование интенсивности теплового излучения (ДСН 3.3.6.042-99)

Вид источника	Площадь облучения, %	Интенсивность излучения, Вт/м ²
Нагретые поверхности оборудования, приборы освещения	Больше 50	35
	25–50	70
	Меньше 25	100
Открытые источники излучения	Меньше 25 (при обязательном использовании СИЗ)	140

Приложение Г

Требования к производственному освещению

Таблица Г.1 – Коэффициент естественного освещения

(ДБН В.2.5-28-2006)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Коэффициент естественного освещения, %	
		Верхнее и комбинированное освещение	Боковое освещение
Наивысшая точность	Меньше 0,15	10	3,5
Очень высокая точность	0,15–0,3	7	2,5
Высокая точность	0,3–0,5	5	2
Средняя точность	0,5–1,0	4	1,5
Малая точность	1–5	3	1
Очень малая точность	Больше 5	2	0,5

Таблица Г.2 – Характеристика зрительных работ

Разряд и подразряд зрительной работы	Рабочие места и поверхности
III б	Рабочие столы инженеров-электронщиков
III г	Пульты ЭВМ, дисплеи
IV а	Рабочие места электромехаников ремонтной мастерской, механическая ремонтная мастерская
IV б	Машинные залы, комнаты подготовки информации, помещения проверки блоков

Таблица Г.3 – Нормы освещенности рабочих мест при искусственном освещении (ДБН В.2.5-28-2006)

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительных работ	Подразряд зрительных работ	Освещенность, лк	
			при комбинированном освещении	при общем освещении
Высокая точность	III	а	2000	500
		б	1000	300
		в	750	300
		г	400	200

Продолжение таблицы Г.3

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительных работ	Подразряд зрительных работ	Освещенность, лк	
			при комбинированном освещении	при общем освещении
Средняя точность	IV	а	750	300
		б	500	200
		в	400	200
		г	300	150
Малая точность	V	а	300	200
		б	200	150
		в	-	159
		г	-	100

Таблица Г.4 – Рекомендации по освещению помещений

Цех, участок	Разряд зрительных работ	Освещенность, лк		
		Комбинированное освещение		Общее
		Общее + местное	Общее	
Механический цех серийного выпуска	–	–	–	300 (150)*
	II в	2000	200	–
	I в	2500	300	–
Инструментальный цех	–	–	–	500
	II в	2000	300	–
	I в	2500	300	–
Сборка крупных изделий	IV а	750	150	300
Сборка изделий на конвейере	IV а	1000	150	300
Операторы ПЭВМ	III	–	–	300
Пульт управления	–	300	75	100
Сварочный цех	–	–	–	150
Модельный цех	III	1500	150	300
Литейный цех	VIII	–	–	200 (150)*
Цех прокатки	VII	–	–	200 (150)*
Сталеплавильный цех	VII	–	–	200 (150)*
Кузнечно-прессовый цех	III	500	200	200 (150)*

Примечание. * – Норма при использовании ламп накаливания.

Приложение Д
Требования к производственному шуму

Таблица Д.1- Зависимость допустимого уровня шума от характеристики помещения (ГОСТ 12.1.003-89, ДСН 3.3.6.037-99)

Характеристика помещения	Уровень звука, дБ
Помещения конструкторских бюро, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических и исследовательских работ	50
Помещения управления, рабочие комнаты	60
Кабины наблюдения и дистанционного управления:	
- без языковой связи	80
- с языковой связью по телефону	65
Постоянные рабочие места и рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятия	80

Таблица Д.2 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах (ДСН 3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.003-89)

Уровень звукового давления, дБ									Эквивалентный уровень звука, дБ А
Средне геометрическая частота октавной полосы, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
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
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Приложение Е

Требования к производственной вибрации

Таблица Е.1 – Допустимые скорректированные уровни виброскорости общей вибрации (ДСН 3.3.6.039-99)

Тип вибрации	Эквивалентный уровень, дБ, в направлении	
	вертикальном (Z)	горизонтальном (X, Y)
Транспортная	107	116
Транспортно-технологическая	101	
Технологическая типа «а»	92	
Технологическая типа «б»	84	
Технологическая типа «в»	75	

Примечание. Тип «а» – постоянные рабочие места производственных помещений предприятий; тип «б» – рабочие места складов, столовых, бытовых дежурных и других производственных помещений, где нет источников вибрации; тип «в» – рабочие места заводууправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, медпунктов, конторских помещений, рабочих комнат и других помещений для работников умственного труда.

Таблица Е.2 – Допустимые величины параметров общей вибрации (ГОСТ 12.1.012-90, ДСН 3.3.6.039-99)

Тип вибрации	Направление вибрации	Уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со средне геометрической частотой, Гц						
		1	2	4	8	16	31,5	63
Транспортная	Вертикальная (Z)	132	123	114	108	107	107	107
	Горизонтальная (X, Y)	122	117	116	116	116	116	116
Трансп.-технолог.	Вертикальная (Z), горизонтальная (X, Y)	–	117	108	102	10	101	10
Технологическая	Вертикальная (Z), горизонтальная (X, Y)	–	108	99	93	92	92	92

Таблица Е.3 – Допустимые величины параметров локальной вибрации (ДСН 3.3.6.039-99)

Средне геометрическая частота, Гц	Предельно допустимый уровень по осям X, Y, Z			
	виброскорость		виброускорение	
	м/с	дБ	м/с ²	дБ
8	0,028	115	1,4	73
16	0,014	109	1,4	73
31,5	0,014	109	2,7	79
63	0,014	109	5,4	85
125	0,014	109	10,7	91
250	0,014	109	21,3	97
500	0,014	109	42,5	103
1000	0,014	109	85,0	109
Эквивалентный уровень	0,020	112	2,0	76

Таблица Е.4 – Допустимое суммарное время действия локальной вибрации в зависимости от превышения ПДУ (ДСН 3.3.6.039-99)

Превышение предельно допустимого уровня вибрации, дБ	Допустимое суммарное время действия за смену, мин.	Превышение предельно допустимого уровня вибрации, дБ	Допустимое суммарное время действия за смену, мин.
1	384	7	95
2	302	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	3830
6	120	12	

Таблица Е.5 – Допустимые значения амплитуды виброперемещения (ГОСТ 12.1.012-90)

Частота гармонической составляющей, Гц	Амплитуда виброперемещения, мм, в производственных помещениях		
	с вибрирующими установками	без вибрирующих установок	работники умственного труда
2	1,4	0,57	0,2026
4	0,25	0,1	0,0354
8	0,063	0,025	0,0090
16	0,0282	0,0112	0,0039
31,5	0,0141	0,0056	0,0020
63	0,0072	0,0028	0,0010

Приложение Ж Требования к излучениям

Таблица Ж.1 – Предельно допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) (ДСН 3.3.6.096-2002)

Характеристика ЭМП, Единицы измерения	Диапазон	ПДУ
Напряженность электрического поля, В/м	60 кГц–3 МГц	50
	3 МГц–30 МГц	20
	30 МГц–50 МГц	10
	50 МГц–300 МГц	5
Напряженность магнитного поля, А/м	60 кГц–1,5 МГц	5
	30 МГц–50 МГц	0,3
Плотность потоку энергии, Вт/м ²	300 МГц–300 ГГц	0,1
Энергетическая нагрузка, (Вт·час)/м ²	300 МГц–300 ГГц	2

Таблица Ж.2 – Нормирование ионизирующего излучения

Предельно допустимая доза	Группа критических органов		
	I	II	III
ПДД для лиц категории А, бэр/год	5	15	30
ПДД для лиц категории Б, бэр/год	0,5	1,5	3,0
ПДД для персонала (категория А и Б), мЗв/год	Не более 20 мЗв/год, допускается увеличение до 50 мЗв/год при условии, что среднегодовая доза за 5 лет подряд не превышает 50 мЗв/год		
ПДД для населения (категория В), мЗв/год (бер/год)	1 (0,01)		

Приложение К

Требования безопасности при работе на ПЭВМ

Таблица К.1 – Уровни ионизации воздуха помещений при работе на ПЭВМ (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Уровень	Количество ионов в 1 см ³ воздуха	
	п+	п-
Минимально необходимый	400	600
Оптимальный	1500–3 000	300–5 000
Максимально допустимый	50 00	50 000

Таблица К.2 – Требования к освещению рабочих мест, оснащенных ПЭВМ (НПАОП 0.00-1.31-99)

Наименование параметра	Значение параметра
Коэффициент естественной освещенности	Не ниже 1,5 %
Освещенность на рабочем столе	300–500 лк
Яркость светильников общего освещения	Не более 200 кд/м ²
Защитный угол светильников	Не более 40°
Коэффициент пульсации	Не более 5 %
Яркость светящихся поверхностей	Не более 200 кд/м ²
Яркость отблесков на экране	Не более 40 кд/м ²
Отношение яркостей рабочих поверхностей	Не более 3 : 1
Отношение яркостей рабочих поверхностей и окружающих предметов	Не более 5 : 1

Таблица К.3 – 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 К.4 – Допустимые уровни вибрации при работе на ПЭВМ (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Средне-геометрическая частота октавной полосы, Гц	Допустимые значения по осям x, y, z	
	Уровень виброускорения, дБ	Уровень виброскорости, дБ
2	36	91
4	33	82
8	33	76
16	39	75
31,5	45	75
63	51	75
Эквивалентный уровень	33	75

Таблица К.5 – Допустимые параметры электромагнитных излучений и электростатических полей (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Вид поля	Допустимые параметры поля		Допустимая поверхностная плотность потока энергии, Вт/м ²
	Электрическая составляющая, В/м	Магнитная составляющая, А/м	
Напряженность ЭМП:			
60 кГц–3 МГц	50	5	–
3 кГц–30 МГц	20	–	–
30 кГц–50 МГц	10	0,3	–
30 кГц–300 МГц	5	–	–
300 кГц–300 ГГц	–	–	10
ЭМП в ультрафиолетовой части спектра:			
УФ-С (220–280 нм)	–	–	0,001
УФ-В (280–320 нм)	–	–	0,01
УФ-А (320–400 нм)	–	–	10
ЭМП в видимой части спектра 400–760 нм	–	–	10
ЭМП в инфракрасной части спектра 0,76–10 мкм	–	–	35–70
Напряженность электрического поля ВДТ, кВ/м	–	–	20

Таблица К.6 – Основные требования к размещению рабочих мест, оснащенных ПЭВМ (НПАОП 0.00-1.31-99)

Наименование параметра	Значение, м
Минимальная ширина проходов:	
– при однорядном расположении рабочих мест	1
– при двухрядном расположении рабочих мест	1,2
Расстояние от стен	≥ 1,0
Расстояние между рабочими местами	≥ 1,5
Расстояние между боковыми поверхностями монитора	≥ 1,2
Расстояние между тыльной поверхностью одного ПЭВМ и экраном другого	≥ 2,5

Приложение Л Требования к электробезопасности

Таблица Л.1 – Пороговые значения силы тока

Вид порога	Сила тока, мА	
	Переменный ток	Постоянный ток
Пороговый осязаемый ток	0,6–1,5	5–7
Пороговый неотпускающий ток	10–15	50–80
Пороговый фибрилляционный ток	100	300

Таблица Л.2 – Характер воздействия электрического тока на организм человека

Ток, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток	Постоянный ток
0,6–1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев рук	Не ощущается
2–3	Сильное дрожание пальцев рук	—«—
5–7	Судороги в руках	Зуд. Ощущение нагрева
8–10	Руки с трудом, но еще можно оторвать от электродов, сильные боли в пальцах и кистях рук	Усиленный нагрев
20–25	Паралич рук, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Дыхание затруднено	Очень сильный нагрев. Незначительное сокращение мышц рук
50–80	Остановка дыхания. Начало фибрилляции дыхания	Сокращение мышц. Судороги, затруднение дыхания

Таблица Л.3 – Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током

Тип помещения	Характеристика
Без повышенной опасности	Нет ни одного признака повышенной опасности (нежаркие, сухие, непыльные, с нетокопроводящим полом)
С повышенной опасностью	Есть один признак повышенной опасности
Особо опасные помещения	Имеют 2 и более признаков опасности

Таблица Л.4 – Классификация помещений по характеру среды

Тип	Характеристика помещения
Нормальные	Сухие помещения, в которых отсутствуют признаки жарких и запыленных помещений и помещений с активной средой
Сухие	Относительная влажность воздуха не превышает 60%
Влажные	Относительная влажность воздуха 60–75%
Сырые	Относительная влажность воздуха в течение длительного времени превышает 75%, но не достигает 100%
Особо сырые	Относительная влажность – около 100% (стены, потолок, предметы покрыты влагой)
Жаркие	Температура воздуха в течение длительного времени превышает +30 °С
Запыленные	Выделяющаяся в помещении пыль оседает на проводках и проникает внутрь машин, аппаратов; помещения могут быть с токопроводящей или нетокопроводящей пылью
С химически активной средой	В помещении постоянно или в течение длительного времени выделяется пар или накапливаются отложения, которые разрушают изоляцию и токопроводящие части оборудования

Приложение М Требования к пожарной безопасности

Таблица М.1 – Классификация пожаров

Класс пожара	Характеристика веществ и материалов или горящего объекта
А	Твердые вещества, преимущественно органического происхождения, горения которых сопровождается тлением (дерево, текстиль, бумага)
В	Горючие жидкости или твердые вещества, которые расплавляются при нагревании (нефтепродукты, спирты, каучук, стеарин, некоторые синтетические материалы)
С	Горючие газы
D	Металлы и их сплавы (алюминий, магний, щелочные металлы)
E	Оборудование под напряжением

Таблица М.2 – Характеристика категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещений	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

Продолжение таблицы М.2

Категория помещений	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
В Пожароопасная	Легковоспламеняющиеся, горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся или используются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, иск, пламени; горючие газы, жидкости, твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются как топливо
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Приложение Н

Требования безопасности к процессам

Таблица Н.1 – Нормы площади и объема для производственных помещений (СН 245–71)

Тип производственного помещения	Минимальная площадь на одно рабочее место, м ²	Минимальный объем на одно рабочее место, м ³
Обычные работы	4,5	15
Работы с ПЭВМ	6	20

Таблица Н.2 – Требования к организации рабочих мест

Требование	Формы обеспечения
Обеспечение удобной позы	Подбор соответствующей рабочей мебели, регулирование ее характеристик
	Обеспечение возможности изменения позы
	Обеспечение устойчивого положения и свободы движения
	Выполнение требований технической эстетики
Возможность выполнения трудовых операций	Обеспечение выполнения действий в зонах моторного поля
	Рациональное размещение оснастки
	Обеспечение необходимого обзора
	Обеспечение возможности управления
Безопасность выполнения работ	Выполнение комплекса мероприятий в зависимости от наличия ОиВПФ

Приложение П

Методика количественной оценки условий труда

Для анализа условий труда широко используется интегральная оценка, основанная на применении показателя – тяжесть труда. Под тяжестью труда понимается степень совокупного воздействия всех факторов условий труда на работоспособность человека и его здоровье.

Для объективной оценки тяжести работы все материально-производственные элементы условий труда размещены в порядке роста степени опасности и вредности в соответствии с шестью категориями тяжести труда (таблица П.1):

1) работы, выполняемые в оптимальных условиях;

2) работы, выполняемые в условиях, которые соответствуют предельно допустимым концентрациям и уровням (ПДК и ПДУ) санитарно-гигиенических элементов, а также допустимым величинам психофизиологических элементов условий труда;

3) работы, выполняемые в условиях труда, которые отличаются от ПДК и ПДУ и допустимых величин психофизиологических элементов;

4) работы, выполняемые в неблагоприятных условиях труда;

5) работы, выполняемые в экстремальных условиях труда;

6) работы, выполняемые в критических условиях труда.

Согласно таблице П.1, каждый производственный элемент условий работы X_i получает балльную оценку от 1 до 6, если он оказывает влияние на работника на протяжении всей рабочей смены. В случае влияния неполный рабочий день элемент оценивается с помощью диаграммы [64] с учетом времени его влияния.

При определении интегрального показателя тяжести труда в расчет принимаются биологически значимые элементы условий труда, вызывающие пограничные и патологические изменения и реакции организма работающего. Биологически значимые элементы это элементы, получившие при оценке с учетом экспозиции (продолжительности действия в течение смены) балл два и более.

Интегральную балльную оценку тяжести труда I_T на конкретном рабочем месте определяют по формуле

$$I_T = 10 \left(X_{\text{оп}} + \bar{X} \frac{6 - X_{\text{оп}}}{6} \right),$$

где $X_{\text{оп}}$ – элемент условий труда, который получил максимальную оценку;

\bar{X} – средний балл всех элементов условий труда, кроме определяющего $X_{\text{оп}}$.

Таблица П.1 – Балльная оценка элементов условий труда

Оценка факторов условий труда, баллы	Параметры микроклимата в теплый период года			Шум, дБ А	Освещенность, лк	Продолжительность сосредоточенного наблюдения, %	Число важных объектов наблюдения	Точность зрительных работ	Продолжительность повторяемых операций, с
	Температура, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %						
1	18–20	<0,2	40–54	Ниже 33	Свыше 300	Ниже 25	Ниже 5	Грубая	Свыше 100
2	21–22	0,2–0,5	55–60	33–50	240–300	25–50	5–10	Малая	31–100
3	23–28	0,6–0,7	61–75	51–54	160–230	51–75	11–25	Средняя	20–30
4	29–32	0,8–1,2	76–85	55–63	100–150	76–85	Свыше 25	Высокая	10–19
5	33–35	1,3–1,7	Свыше 85	64–74	60–90	86–90	–	Очень высокая	5–9
6	>35	>1,7	–	Свыше 75	30–50	Свыше 90	–	Высочайшая	1–4

Средний балл элементов условий труда определяют по формуле

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / (n - 1),$$

где $\sum_{i=1}^n X_i$ – сумма всех элементов, кроме определяющего $X_{оп}$;

n – количество учтенных элементов условий труда.

Если условия труда оцениваются только баллами 1 и 2, то интегральную оценку тяжести труда определяют по формуле

$$I_T = 19,7\bar{X} - 1,6\bar{X}^2,$$

где \bar{X} – средний балл всех элементов условий труда.

По величине интегральной балльной оценки тяжести труда I_T определяют категорию условий труда (таблица П.2).

Таблица П.2 – Интегральная балльная оценка при различных категориях тяжести труда

Категория тяжести труда	Диапазон интегральной балльной оценки	Доплаты за условия труда, %
I	До 18	–
II	19–33	–
III	34–45,6	4–8
IV	45,7–53,9	12–16
V	54–59	20
VI	Более 59,1	24

Интегральный показатель тяжести труда позволяет определить влияние условий труда на работоспособность человека. Для этого сначала определяется степень утомления в условных единицах:

$$Y = \frac{I_T - 15,6}{0,64},$$

где 15,6 и 0,64 – коэффициенты регрессии.

Зная степень утомления, можно определить работоспособность – величину, противоположную утомлению, %:

$$R = 100 - Y.$$

Влияние изменения работоспособности на производительность труда можно определить по формуле

$$W = \left(\frac{R_2}{R_1} - 1 \right) \times 100 \times 0,2,$$

где R_1 и R_2 – работоспособность в условных единицах до и после внедрения мероприятий, понизивших тяжесть труда;

0,2 — эмпирический коэффициент, показывающий степень влияния роста уровня работоспособности на производительность труда.

Навчальне видання

ОХОРОНА ПРАЦІ

**Рекомендації щодо виконання розділу
в дипломному проекті бакалавра**

**для студентів
технічних спеціальностей
(Російською мовою)**

Укладачі: **ДЕМЕНТІЙ Лариса Володимирівна
ЮСІНА Ганна Леонідівна**

За авторською редакцією

Ком'ютерне верстання **О.С.Орда**

01/2012. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк..
Обл.-вид. арк. Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003