

ПРЕДПРИЯТИЕ МАКСАЭРО

- Производство воздуховодов и систем вентиляции
- Клапаны противопожарные
- Клапаны дымоудаления
- Вентиляторы общепром, дымоудаления, крышные

220056, г. Минск, ул. Стариновская, 15

Тел./факс: +375 17 244-67-44, 258-67-51, 347-73-56, 252-54-27

Velcom: +375 29 603-88-99

E-mail: olegaero@yandex.by

www.maxaero.by



**Обеспечение комфортных и безопасных
условий труда при выполнении
сварочных работ**



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Общие сведения о технологическом процессе.....	7
1.1. Классификация способов сварки	8
1.2. Электрическая сварка	10
1.3. Сварочные материалы	20
1.4. Характеристика основных видов сварки.....	24
2. Анализ опасных и вредных факторов в сварочном производстве .	30
3. Организационные мероприятия по обеспечению безопасности	38
3.1. Требования к персоналу, выполняющему сварочные работы.....	40
3.2. Обучение персонала.....	41
3.3.Правила по охране труда в сварочном производстве	45
3.4. Средства индивидуальной защиты.....	51
4. Производственная безопасность	59
4.1. Электробезопасность	59
4.1.1. Технические средства защиты от поражения электрическим током	59
4.1.2. Меры обеспечения электробезопасности	64
4.1.3. Электробезопасность при ручной дуговой сварке.....	68
4.1.4. Требования электробезопасности к оборудованию	70
4.1.5. Установки электрической сварки (резки, наплавки) плавлением	73
4.2. Организация рабочего места сварщика	75
4.3. Пожарная безопасность.....	80
4.3.1. Причины пожаров в сварочном производстве.....	80
4.3.2. Опасные факторы пожара	82
4.3.3. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности	83
4.3.4. Способы прекращения горения и огнетушащие вещества	86
4.3.5. Мероприятия по пожарной безопасности в сварочных цехах.....	89
4.4. Безопасность выполнения работ с газобаллонным оборудованием	103
4.5. Безопасность работ с грузоподъемными механизмами	108
5. Производственная санитария	120
5.1. Микроклимат, отопление, вентиляция	120
5.1.1. Микроклимат производственных помещений.....	120
5.1.2. Вредные вещества, их характеристика.....	130
5.1.3. Отопление	134
5.1.4. Вентиляция	136
5.1.5.Вентиляция при сварке внутри замкнутых и полужамкнутых пространств	144
5.1.6. Расчет воздухообмена при выделении вредных веществ	145

5.2. Производственное освещение.....	146
5.2.1. Виды освещения и требования к освещению	146
5.2.2. Нормирование производственного освещения.....	149
5.2.3. Источники света	152
5.2.4. Методика расчета общего искусственного освещения.....	155
5.2.5. Методика расчета естественного освещения	166
5.3. Защита от шума и вибрации.....	173
5.3.1. Источники шума и вибрации.....	173
5.3.2 Нормирование шума.....	174
5.3.3 Акустический расчет	176
5.3.4 Нормирование вибрации	177
5.3.5. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией.....	179
5.4. Защита от электромагнитных излучений оптического диапазона .	185
6. Санитарно-бытовое обеспечение	190
7. Обеспечение радиационной безопасности.....	198
7.1 Требования к организации и выполнению работ с торированными вольфрамовыми электродами.....	198
7.2. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии.....	199
7.2.1. Требования к проведению работ с переносными (передвижными) радионуклидными дефектоскопами	203
7.2.2. Производственный радиационный контроль	204
Список рекомендуемой литературы	207
Приложения	210

ВВЕДЕНИЕ

Сварка является одним из ведущих технологических процессов в машиностроении и в строительстве. Трудно назвать отрасль народного хозяйства, где бы не применялась сварка.

Сварка позволила внести коренные изменения в технологию производства, создать принципиально новые конструкции машин. Например, применение сварных конструкций вместо клепаных в строительстве позволило экономить около 20 % металла, снизить на 5–30 % трудоемкость изготовления конструкций.

Сварка универсальна: этим способом могут соединяться металлы в изделиях различных размеров при толщине соединяемого металла от сотых долей миллиметра до метров, при массе изделия от долей грамма до сотен и тысяч тонн. Размеры сварных изделий могут быть от долей миллиметра (приборы электроники) до гигантских размеров (пролетные конструкции железнодорожных и шоссейных мостов, корпуса океанских лайнеров, трубопроводы длиной в тысячи километров).

Сваркой можно соединять не только металлы, но и некоторые другие материалы (стекло, керамику, пластмассы). Возможна сварка разнородных металлов, например, стали с медью или алюминием. Можно сваривать и совершенно разнородные материалы, например, металлы со стеклом.

В условиях непрерывного усложнения конструкций, неуклонного роста объема сварочных работ большую роль играет правильное проведение технологической подготовки производства, в значительной степени определяющей его трудоемкость и сроки освоения, экономические показатели, использование средств механизации и автоматизации. Наибольший эффект технологической подготовки достигается при комплексном решении вопросов технологической обработки самих конструкций, разработки технологических процессов и их оснащения на всех этапах производства.

Поскольку разнообразны применение и характер изготавливаемых изделий, освоение сварки требует знаний по металлургии и металлосвариванию, машиностроению, электротехнике, физике, химии, прочности материалов и их свойств при различных температурах, прочности сварных конструкций, автоматизации производственных процессов, начиная с простейших автоматов и полуавтоматов и кончая работами, имитирующими рабочие приемы человека.

Производственные процессы с использованием сварки, наплавки, резки, напыления и пайки характеризуются высокими уровнями профессионального риска, обусловленного комплексным воздействием на работников опасных и вредных производственных факторов.

Наибольшее внимание следует уделять защите персонала от повышенной запыленности и загазованности воздуха, от инфракрасного и ультра-

трафиолетового излучения, защите от шума, ультразвука, ионизирующего излучения. При сварочных процессах присутствуют высокая опасность поражения электрическим током, пожаро- и взрывоопасность. Это требует разработки и внедрения на производстве оборудования с применением средств механизации, автоматизации и дистанционного управления, оснащенного эффективными средствами защиты.

В связи с этим в учебном пособии дана краткая характеристика современных способов сварки, проведен анализ опасных и вредных факторов в сварочном производстве. Рассмотрены организационные и технические мероприятия по улучшению условий труда и производственной безопасности технологических процессов с применением различных видов сварки, а также радиационного контроля сварочных соединений.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном (общем) нагреве или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого. Сущность сварки заключается в сближении элементарных частиц свариваемых частей настолько, чтобы между ними начали действовать межатомные связи, которые обеспечивают прочность соединения. Все технически важные металлы при обычной температуре – это твердые кристаллические тела, при сварке которых возникают некоторые трудности: образование трещин, окисление, деформация металла и коробление изделия, снижение механических свойств металла в зоне сварки. Отрицательное влияние часто оказывают пленки окислов, различных загрязнений на поверхности металлов. Для осуществления сварки необходимо сблизить большое количество атомов поверхностей соединяемых металлов на очень малые расстояния, то есть привести их в соприкосновение. Такому сближению препятствует высокая прочность и твердость металла: его атомы прочно удерживаются в узлах кристаллической решетки и малоподвижны.

Твердость металла и жесткость кристаллической решетки можно ослабить нагревом. Чем выше температура нагрева, тем мягче металл и подвижнее его атомы. При нагреве до температуры плавления металл становится жидким, атомы в нем легко перемещаются, поэтому для сваривания достаточно расплавить немного металла у соединяемых кромок. Жидкий металл обеих кромок сливается в общую сварочную ванну. Образование общей ванны вследствие подвижности атомов в жидком металле происходит самопроизвольно (спонтанно) и не требует приложения каких-либо усилий. По мере охлаждения расплавленный металл затвердевает и прочно соединяет свариваемые детали. Известен и другой способ сварки, когда сильно сжатый металл течет подобно жидкости при обычной температуре. В этом состоянии металлы свариваются, срастаясь в монолитное целое, с полным исчезновением границы раздела. Взяв две детали, приведя их в соприкосновение и сдавив с такой силой, чтобы металл обеих деталей в стыке совместно деформировался и тек подобно жидкости, получим сварное соединение деталей. Это будет сварка давлением. Пластическое деформирование металла под давлением называется осадкой. Сварка давлением значительно облегчается и упрощается подогревом металла, поэтому в большинстве случаев сварка давлением используется с одновременным подогревом металла ниже точки его плавления. Следовательно, различают сварку плавлением (металл нагревается до плавления,

при этом осадка, как правило, не требуется) и многочисленными способами, в которых используется давление и производится осадка, для облегчения которой металл подогревается. На использовании этих двух основных факторов (нагрев металла и его осадка), которые применяются в различных комбинациях и соотношениях, базируются многочисленные способы сварки, используемые в современном производстве.

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ СВАРКИ

В зависимости от вида энергии, применяемой при сварке, различают три класса сварки: термический, термомеханический и механический (ГОСТ 19521-74 «Сварка металлов. Классификация»).

К *термическому классу* относятся виды сварки, осуществляемой плавлением, то есть местным расплавлением соединяемых частей с использованием тепловой энергии. Основными источниками теплоты при сварке плавлением являются сварочная дуга, газовое пламя, лучевые источники энергии и теплота, выделяемая при электрошлаковом процессе. Источники теплоты характеризуются температурой и концентрацией, определяемой наименьшей площадью нагрева (пятно нагрева) и наибольшей плотностью тепловой энергии в пятне нагрева. Эти показатели определяют технологические свойства источников нагрева при сварке, наплавке и резке.

Основные виды сварки термического класса – дуговая, газовая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменная, лазерная, термитная и др.

Дуговая сварка. Необходимое для местного расплавления деталей и присадочного материала тепло образуется при горении электрической дуги между свариваемым металлом и электродом. По способу механизации сварка может быть ручная, механизированная и автоматическая. Механизированная и автоматическая сварка может быть под флюсом и в защитных газах.

Газовая сварка. Основной и присадочный металлы расплавляются высокотемпературным газокислородным пламенем (температура до 3200 °С).

Электрошлаковая сварка. Плавление основного металла и присадочного материала происходит за счет тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока через расплавленный шлак (в период установившегося процесса).

Электроннолучевая сварка. Сварка выполняется в камерах с разрежением до 10^{-4} – 10^{-6} мм рт. ст. Тепло выделяется за счет бомбардировки зоны сварки электронным потоком, приобретающим высокие скорости в высоковольтной установке, имеющей мощность до 50 кВт. Анодом является свариваемая деталь, а катодом – вольфрамовая нить или спираль, нагретая до температуры 2300 °С.

Плазменная сварка. Плавление металлов осуществляется плазменно-дуговой струей, имеющей температуру выше 10000 °С.

Лазерная сварка. Сварка основана на использовании фотоэлектронной энергии. При большом усилении световой луч способен плавить металл. Для получения такого луча применяют специальные устройства – лазеры.

Термитная сварка. Процесс сварки заключается в том, что свариваемые детали закладываются в огнеупорную форму, а в установленный сверху тигель засыпается термит–порошок из алюминия и окиси железа. При горении термита окись железа восстанавливается, а образующийся при этом жидкий металл при заполнении формы оплавляет и соединяет кромки свариваемых изделий.

К *термомеханическому классу* относятся виды сварки, при которых используется тепловая энергия и давление, – контактная, диффузионная, газопрессовая и др.

Основным видом термомеханического класса является *контактная сварка* – сварка с применением давления, при которой нагрев осуществляют теплотой, выделяемой при прохождении электрического тока через находящиеся в контакте соединяемые части.

Диффузионная сварка – сварка давлением, осуществляемая взаимной диффузией атомов контактирующих частей при относительно длительном воздействии повышенной температуры и при незначительной пластической деформации.

При *прессовых* видах сварки соединяемые части могут нагреваться пламенем газов, сжигаемых на выходе сварочной горелки, дугой, электрошлаковым процессом, индукционным нагревом, термитом и т.п.

К *механическому классу* относятся виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением и др.

Холодная сварка – сварка давлением при значительной пластической деформации без внешнего нагрева соединяемых частей.

Сварка взрывом – сварка, при которой соединение осуществляется в результате вызванного взрывом соударения быстро движущихся частей.

Ультразвуковая сварка. Сварка осуществляется за счет превращения при помощи специального преобразователя ультразвуковых колебаний в механические высокой частоты и применения небольшого сдавливающего усилия.

Сварка трением. Сварка заключается в том, что вследствие трения одного из свариваемых стержней о другой место соединения разогревается; при приложении осевого усилия соединяемые металлы свариваются.

1.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СВАРКА

Электрическая сварочная дуга представляет собой устойчивый длительный электрический разряд в газовой среде между твердыми или жидкими электродами, осуществляемый при высокой плотности тока и сопровождаемый выделением большого количества теплоты. Электрический разряд в газе – это электрический ток, проходящий через газовую среду благодаря наличию в ней свободных электронов, а также отрицательных и положительных ионов, способных перемещаться между электродами под действием приложенного электрического поля.

На рис. 1.1 и 1.2 представлены два вида сварочных дуг:

- по виду воздействия на изделие – дуги прямого, косвенного и комбинированного действия (рис. 1.1);
- по типу электрода – дуги с плавящимся и неплавящимся электродом (рис. 1.2).

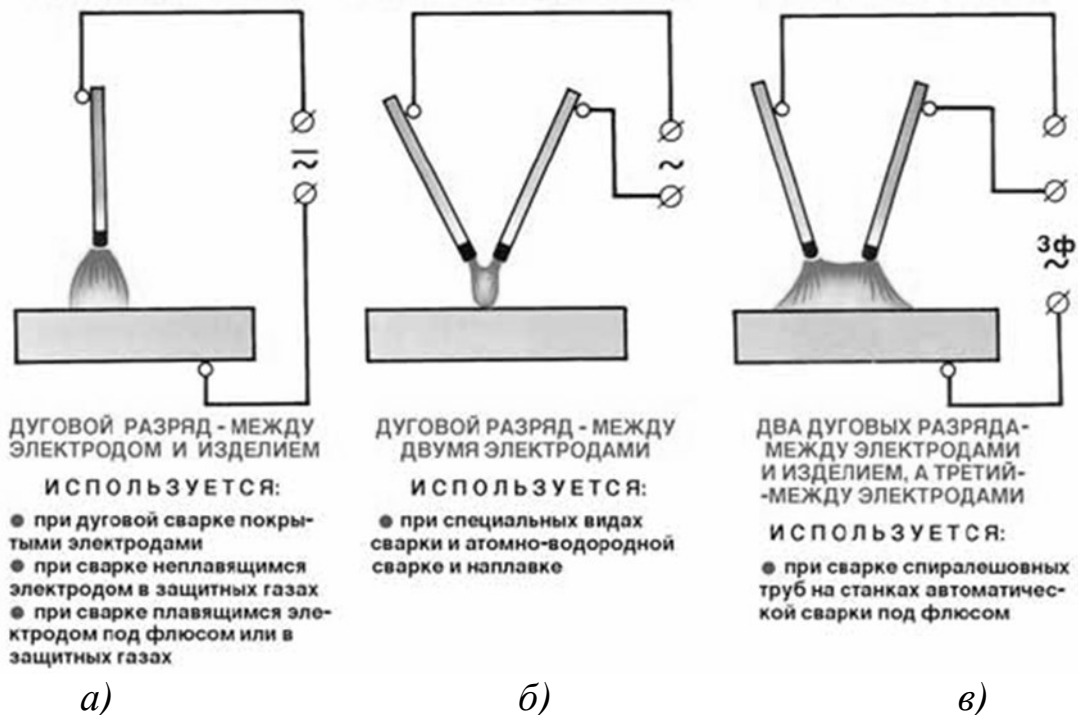


Рис. 1.1. Виды сварочных дуг:

а – прямого; *б* – косвенного; *в* – комбинированного действия (трехфазная)

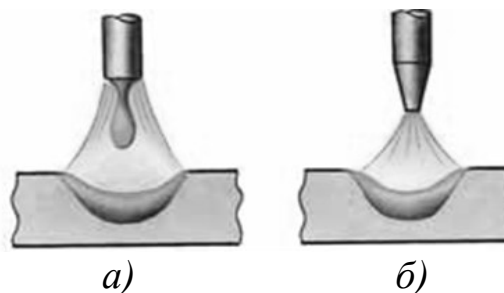


Рис. 1.2. Схема сварки плавящимся электродом (а) и сварка неплавящимся электродом (б)

В дугах прямого действия свариваемая деталь является одним из электродов, а в дугах косвенного действия – нет. В дугах с плавящимися электродами оба электрода (или электрод и деталь) расплавляются, поставляя металл в общую сварочную ванну, а в дугах с неплавящимися электродами оба электрода (или хотя бы один), будучи тугоплавкими, не поставляют жидкого металла в сварочную ванну, хотя на торцах таких электродов и может находиться тонкая пленка жидкого металла.

Электрическая дуга постоянного тока возбуждается при соприкосновении торца электрода и кромок свариваемой детали. Контакт в начальный момент осуществляется между микровыступами поверхностей электрода и свариваемой детали (рис. 1.3, а). Высокая плотность тока способствует мгновенному расплавлению этих выступов и образованию пленки жидкого металла (рис. 1.3, б), которая замыкает сварочную цепь на участке «электрод-свариваемая деталь». При последующем отводе электрода от поверхности детали на 2...4 мм (рис. 1.3, в) пленка жидкого металла растягивается, а сечение уменьшается, вследствие чего возрастает плотность тока и повышается температура металла.



Рис. 1.3. Возбуждение сварочной дуги

Эти явления приводят к разрыву пленки и испарению вскипевшего металла. Возникшие при высокой температуре интенсивные термоэлектронная и автоэлектронная эмиссии обеспечивают ионизацию паров металла и газов межэлектродного промежутка. В образовавшейся ионизированной среде возникает электрическая сварочная дуга (рис. 1.4). Протяженность катодной области определяется длиной свободного пробега электрона и составляет около 10^{-5} см. Плотность тока в катодной области достигает 3000 А/см^2 , а напряженность электрического поля – 10^6 В/см . Температура анодной области составляет $2500... 4000 \text{ }^\circ\text{C}$. Часть дугового пространства, находящаяся между анодной и катодной областями, называется столбом дуги. Он представляет собой сильно ионизиро-

ванный газ, находящийся при относительно высокой температуре (6000...7000 °С). Такой газ называют холодной плазмой.



Рис. 1.4. Схема горения сварочной дуги

Температура столба дуги и степень ионизации газа в нем уменьшается с увеличением расстояния от его оси, а по длине столба не изменяется. Напряженность электрического поля в столбе дуги зависит от состава дуговых газов и паров. Электрический ток в столбе дуги переносится электронами и положительно и отрицательно заряженными ионами. Плотность тока достигает 2000 А/см^2 . Длина столба дуги в большинстве случаев не превышает нескольких миллиметров. При использовании *переменного тока* анодное и катодное пятна меняются местами с частотой, равной частоте тока.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

Важным условием получения сварного шва высокого качества является устойчивость процесса сварки. Для этого источники питания дуги должны обеспечить хорошее возбуждение и стабильное горение дуги. Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и источник постоянного тока – сварочные генераторы с приводом от электродвигателя (сварочные преобразователи), сварочные генераторы с приводом от двигателя внутреннего сгорания (сварочные агрегаты) и полупроводниковые сварочные выпрямители. Сварочные трансформаторы благодаря своим технико-экономическим показателям имеют преимущества по сравнению с источниками постоянного тока. Они проще в эксплуатации, долговечнее, обладают более высоким к.п.д. Источники постоянного тока предпочтительнее в технологическом от-

ношении: при их применении повышается устойчивость горения дуги, улучшаются условия сварки в различных пространственных положениях и др.

Технические данные сварочных трансформаторов приведены в табл. 1.1. Внешний вид сварочного трансформатора приведен на рис. 1.5.

Таблица 1.1

Сварочные трансформаторы

Название	Технические характеристики							
Модель	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, А	Потребляемая мощность, кВт	Напряжение холостого хода, В	Пределы регулирования сварочного тока, А	Габариты, мм	Вес, кг	Диаметр используемых электродов/св. проволоки, мм
Nordika 3250 (Telwin)	220	250 (ПН 20 %)	-	-	55–250	650х325х425	23	1,6–3,2
Nordika 1800 (Telwin)	220	160 (ПН 20 %)	-	-	40–140	370х250х310	30	1,6–3,2
ТДМ-503 (Telwin)	380	500 (ПН 60 %)	-	-	100–500	510х500х590	120	3–8
ТДМ-3010 (Завод Электрик)	2·380	300 (ПН 35 %)	18	60	90–300	395х310х650	60	2–6
ТДМЭ-160	220/380	160 (ПН 20 %)	-	60	40–160	175х410х290	20	-
ТДМ-160	220	160 (ПН 20 %)	-	44	55–160	240х340х380	27	-
ТДМ-200.1	220/380	200 (ПН 20 %)	-	60	60–200	190х400х270	20	-
ТДМ-305	220/380	200 (ПН 40 %)	-	65	60–200	520х420х530	78	-
ТДМ-205	220	250 (ПН 40 %)	-	60	40–200	420х310х420	40	-
ТДМ-405	380	400 (ПН 40 %)	-	65	70–400	520х400х610	85	-



Рис. 1.5. Внешний вид сварочного трансформатора

Сварочные выпрямители— это статические преобразователи энергии трехфазной сети переменного тока в энергию выпрямленного (пульсирующего постоянного) тока (рис.1.6).

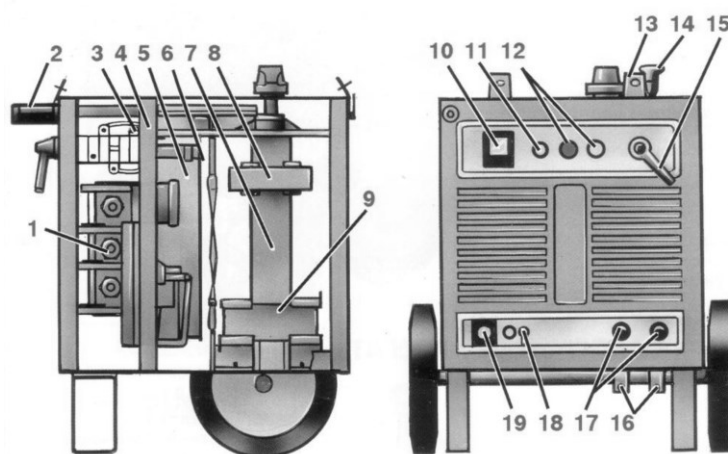


Рис. 1.6. Внешний вид сварочного выпрямителя:

1 – выпрямительный блок; 2 – выдвижные ручки; 3 – предохранители; 4 – блок аппаратуры; 5 – вентилятор; 6 – ветровое реле; 7 – силовой трансформатор; 8 – вторичная обмотка; 9 – первичная обмотка; 10 – амперметр; 11 – лампа; 12 -кнопки выключателя; 13 – скобы; 14 – рукоятка регулирования тока; 15 – переключатель диапазона тока; 16 – шины заземления обратного провода; 17 – токовые разъемы; 18 – болт заземления; 19 – штепсельный разъем для подключения к сети

В настоящее время разработаны и выпускаются сварочные выпрямители для ручной или механизированной дуговой сварки под флюсом, сварки в защитных газах и др. Они получили широкое применение благодаря их большим конструктивным и технологическим преимуществам:

- высокий к.п.д. и относительно небольшие потери холостого хода;

- высокие динамические свойства при меньшей электромагнитной индукции;
- отсутствие вращающихся частей и бесшумность в работе;
- равномерность нагрузки фаз;
- небольшая масса.

Однако следует иметь в виду, что для выпрямителей продолжительные короткие замыкания представляют большую опасность, так как могут вывести из строя диоды. Кроме того, они чувствительны к колебаниям напряжения в сети. Сварочные выпрямители состоят из двух основных блоков: понижающего трехфазного трансформатора с устройствами для регулирования напряжения или тока и выпрямительного блока. Кроме того, выпрямитель имеет пускорегулирующее и защитное устройства, обеспечивающие нормальную его эксплуатацию.

Технические данные некоторых сварочных выпрямителей приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Сварочные выпрямители

Название	Технические характеристики							
Модель	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, А, (ПВ %)	Потребляемая мощность, кВА	Напряжение холостого хода, В	Пределы регулирования сварочного тока, А	Габариты, мм	Вес, кг	Диаметр используемых электродов /св. проволоки, мм
ВДМ-6304 УЗ	3х380/50	630	50	70	-	1100х620х850	280	-
ВДМ-1203 УЗ	3х380/50	1250	96	70	-	1100х620х850	350	-
ВД-165	220	160 (ПН 20 %)	-	65	70–160	345х215х370	28	-
ВД-201	220/380	200 (ПН 20 %)	-	65	60–200	260х390х450	32	-
ВД-210	220/380	200 (ПН 20 %)	-	65	60–200	415х300х425	50	-
ВД-250 Ш	380/220	250 (ПН 40 %)	-	65	40–250	350х400х450	64	-

Сварочные инверторы

Процесс преобразования электрической энергии в сварочном аппарате инверторного типа можно описать следующим образом (рис.1.7).

- Переменный ток с напряжением 220 В, протекающий в обычной электрической сети, преобразуется в постоянный.
- Полученный постоянный ток при помощи специального блока электрической схемы инвертора опять преобразуется в переменный, но обладающий очень высокой частотой.
- Понижается напряжение высокочастотного переменного тока, что значительно увеличивает его силу.
- Сформированный электрический ток, обладающий высокой частотой, значительной силой и низким напряжением, преобразуется в постоянный, на котором и выполняется сварка.

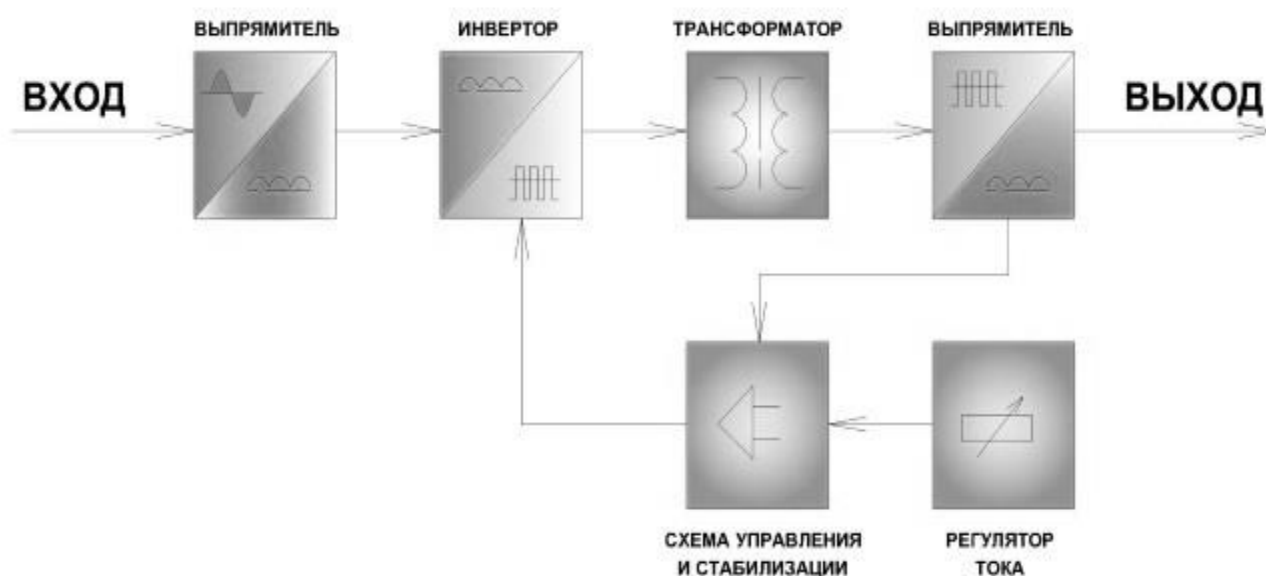


Рис. 1.7. Принцип работы сварочного инвертора

Изобретение инверторов, в которых сила сварочного тока регулируется совершенно по иному принципу, позволило значительно уменьшить размеры сварочных аппаратов, а также снизить их вес. Одна из основных задач, которую решает любой инвертор, – это увеличение частоты стандартного электрического тока. Возможно это благодаря использованию транзисторов, которые переключаются с частотой 60–80 Гц.

Однако, как известно, на транзисторы можно подавать только постоянный ток, в то время как в обычной электрической сети он переменный и имеет частоту 50 Гц. Чтобы преобразовать переменный ток в постоянный, в инверторных аппаратах устанавливают выпрямитель, собранный на основе диодного моста. После транзисторного блока, в котором формирует-

ся переменный ток с высокой частотой, в сварочных инверторах расположен трансформатор, который понижает напряжение и, соответственно, увеличивает силу тока. Выпрямительный и инверторный блоки оборудования в процессе своей работы сильно нагреваются, поэтому их устанавливают на радиаторы, активно отводящие тепло. Кроме того, для защиты выпрямительного блока от перегрева используется специальный термодатчик, отключающий его электропитание при достижении им температуры 90 °С.

Широкое применение сварочных инверторов объясняется целым рядом весомых преимуществ, которыми они обладают.

- Устройства данного типа отличаются высокой мощностью и производительностью.
- Сварной шов, формируемый с использованием инверторов, характеризуется высоким качеством и надежностью.
- Наряду с высокой мощностью, устройства данного типа отличаются компактными размерами и небольшим весом, что дает возможность легко переносить их в то место, где будут выполняться сварочные работы.
- Сварочные инверторы обладают большим КПД (порядка 90%), потребляемая электрическая энергия используется в них эффективнее, чем в трансформаторах.
- Благодаря высокому КПД такие аппараты отличаются экономичным расходом потребляемой электроэнергии.
- В процессе выполнения сварочных работ с помощью инвертора расплавленный металл разбрызгивается незначительно, что отражается на более рациональном потреблении расходных материалов.
- Инверторы обеспечивают возможность плавной регулировки сварочного тока.
- Благодаря наличию в таких устройствах дополнительных опций уровень квалификации сварщика почти не влияет на качество выполнения работ.
- Широкая универсальность инверторов упраздняет вопрос о том, какой аппарат выбрать для выполнения сварки по различным технологиям.

Инверторные устройства выбирают в том случае, когда нужен аппарат, характеристики которого обеспечивают высокую стабильность горения сварочной дуги в любой ситуации. При использовании инверторов не возникает вопрос и о том, какой электрод выбрать для выполнения сварочных работ, так как с помощью этого оборудования можно варить металл электродами любого типа.

Недостатки инверторов: достаточно высокая стоимость и высокая стоимость ремонта (до 60% цены всего аппарата).

В табл. 1.3 представлены технические характеристики некоторых сварочных инверторов.

Сварочные инверторы

Название, модель	Технические характеристики				
	Напряжение питающей сети, В	Диапазон сварочного тока, А,	Напряжение холостого хода, В	Вес, кг	Диаметр используемых электродов, мм
P.I.T. PMI 185-D	220	10-185	65±5	3,2	1.6-3.2
Eurolux IWM160	160-260	10-160	80	3,5	1,6-3,1
P.I.T. PMI 250-D	220	10-250	65±5	5.5	1.6-4
РЕСАНТА САИ 220	230	10 до 220		4,9	1,6-5
Ресанта САИ-250К	140-260	10-250	80	4,6	6
ММА ЗАС-МЗ-140 Зубр	160-220	10-140	78	5.9	1.6-3,2
FUBAG IQ160	230	20-160		2,7	1,6-4

Сварочные преобразователи

Сварочные преобразователи подразделяют на следующие группы:

- по количеству одновременно подключенных постов:

- а) однопостовые, предназначенные для питания одной сварочной дуги;
- б) многопостовые, питающие одновременно несколько сварочных дуг;

- по способу установки:

- а) стационарные, устанавливаемые неподвижно на фундаментах;
- б) передвижные, монтируемые на тележках;

- по роду двигателей, приводящих генератор во вращение:

- а) машины с электрическим приводом;
- б) машины с двигателем внутреннего сгорания (бензиновым или дизельным);

- по способу выполнения:

- а) однокорпусные, в которых генератор и двигатель вмонтированы в единый корпус;
- б) отдельные, в которых генератор и двигатель установлены в единой рамке, а привод осуществляется через специальную соединительную муфту.

Однопостовые сварочные преобразователи состоят из генератора и электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания. Сварочные генераторы изготавливают по электромагнитным схемам, которые обеспечивают

падающую внешнюю характеристику и ограничение тока короткого замыкания.

Сварочные генераторы. Это специальные генераторы постоянного тока, внешняя характеристика которых позволяет получать устойчивое горение дуги, что достигается изменением магнитного потока генератора в зависимости от сварочного тока.

Сварочный генератор постоянного тока состоит из статора с магнитными полюсами и якоря с обмоткой и коллекторами. При работе генератора якорь вращается в магнитном поле, создаваемом полюсами статора. Обмотка якоря пересекает магнитные линии полюсов генератора, и поэтому в витках обмотки возникает переменный ток, который с помощью коллектора преобразуется в постоянный. Вращение якоря сварочного генератора обеспечивается в сварочных преобразователях электродвигателем, а в сварочных агрегатах – двигателем внутреннего сгорания. К коллектору прижаты угольные щетки, через которые постоянный ток подводится к зажимам. К этим зажимам присоединяют сварочные провода, идущие к электрододержателю и изделию.

Наибольшее распространение получили сварочные генераторы с падающими внешними характеристиками, работающие по следующим схемам:

- с независимым возбуждением и размагничивающей последовательной обмоткой;
- с самовозбуждением и размагничивающей последовательной обмоткой.

Для выполнения сварочных работ при отсутствии электроэнергии (на новостройках, на монтажных работах в полевых условиях, при сварке газонефтепроводов, при установке мачт электропередач высокого напряжения и других работах) применяют подвижные сварочные агрегаты (рис. 1.8), состоящие из сварочного генератора и двигателя внутреннего сгорания. Краткая техническая характеристика сварочных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания приведена в табл. 1.4.

Таблица 1.4

**Краткая техническая характеристика сварочных агрегатов
с двигателями внутреннего сгорания**

Марка агрегата	Напряжение, В		Пределы регулирования сварочного тока, А	Потребная мощность, кВА	Масса, кг
	холостого хода	рабочее			
АДБ-3122	100	32,6	15...350	29	720
АСД-300М	100	32,6	100...315	15	920
АДД-303	100	32,0	100...315	15	940
АДД-3114	95	32,6	15...350	19	750
АДД-4001	100	36	50...450	37	855
ПАС-400-VIII	90	40	120...600	44	1900

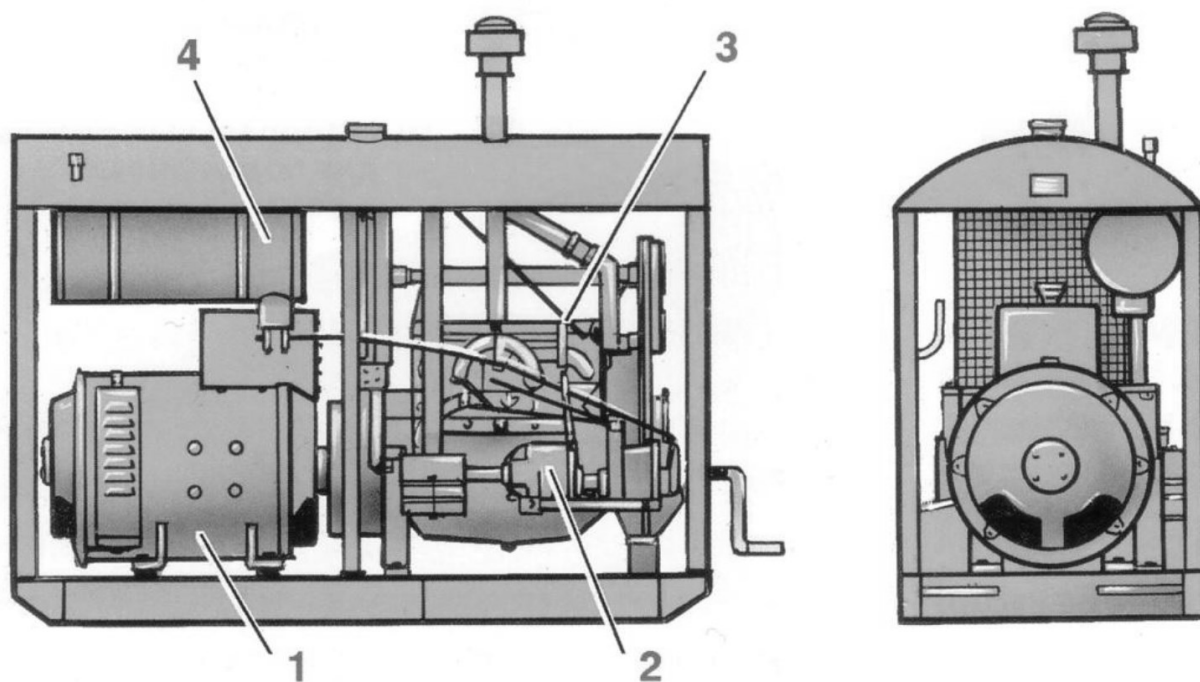


Рис. 1.8. Внешний вид сварочного агрегата:
 1 – генератор; 2 – двигатель; 3 – регулятор скорости вращения;
 4 – бак с горючим

1.3. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛОКА

Для заполнения разделки шва в зону дуги вводят присадочный металл в виде прутка или проволоки. При ручной дуговой сварке применяют плавящиеся электроды в виде прутков или стержней с покрытием. При механизированной сварке используют электрод в виде проволоки, намотанной на кассету. Стальная проволока, идущая на производство электродов или применяемая как сварочная проволока, изготавливается по ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия (с Изменениями № 1-5)». Этот ГОСТ предусматривает марки и химический состав металла, размеры с допусками, технические требования, методы испытания, маркировку, упаковку, хранение и транспортирование. Изготавливают стальную холоднотянутую проволоку круглого сечения диаметрами 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0 и 12,0 мм и поставляют в мотках (бухтах) из одного отреза. Проволока первых семи диаметров предназначена в основном для механизированной и автоматической сварки в защитном газе. Для автоматической и механизированной сварки под флюсом применяют проволоку диаметром 2...6 мм. Проволока диаметром 1,6...12,0 мм идет на изготовление стержней электродов. Поверхность проволоки должна быть гладкой, чистой, без окалины, ржавчи-

ны, грязи и масла. Проволока маркируется индексом Св (сварочная), буквами и цифрами.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Электроды для ручной дуговой сварки представляют собой стержни длиной до 450 мм, изготовленные из сварочной проволоки, на поверхность которых наносится слой покрытия различной толщины и состава. Один из концов электрода на длине 20...30 мм освобожден от покрытия для зажатия его в электрододержателе с целью обеспечения электрического контакта. Торец другого конца очищают от покрытия для возможности возбуждения дуги контактным методом. Допускается нанесение специального ионизирующего состава (слой графита) для облегчения первоначального поджига дуги (рис. 1.9).

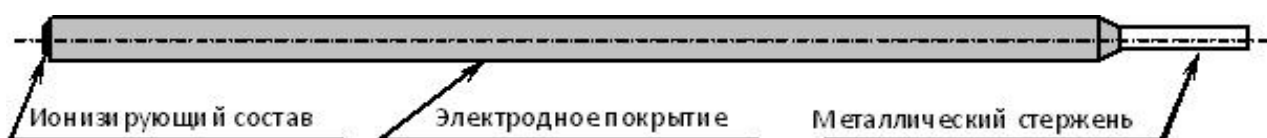


Рис. 1.9. Внешний вид покрытого электрода для ручной дуговой сварки

Электроды, применяемые для сварки и наплавки, классифицируются по назначению (для сварки стали, чугуна, цветных металлов и для наплавочных работ), технологическим особенностям (для сварки в различных пространственных положениях, для сварки с глубоким проплавлением и для ванной сварки), типу покрытия (кислородное, целлюлозное, рутиловое, основное, смешанное и прочее), химическому составу стержня и покрытия, характеру шлака, механическим свойствам металла шва и способу нанесения покрытия (опрессовкой или окунанием).

ФЛЮСЫ ДЛЯ СВАРКИ

Сварочным флюсом (ГОСТ 9087-81 «Флюсы сварочные плавные. Технические условия») называется неметаллический материал, расплав которого необходим для сварки и улучшения качества шва. Флюсы, применяемые для механизированной и автоматической сварки, представляют собой крупнообразную зернистую массу, которая при расплавлении образует шлак, покрывающий металл сварочной ванны.

Флюсы служат для защиты наплавляемого металла от воздуха и для легирования металла шва необходимыми присадками. Взаимодействуя в процессе сварки с жидким металлом, расплавленный флюс в значительной степени определяет химический состав металла, а, следовательно, и его механические свойства. Образуя затем над металлом шва корку шлака, флюс способствует медленному остыванию металла, выходу на поверх-

ность газов и шлаковых включений и тем самым образованию плотного и высококачественного шва. При этом корка шлака легко отделяется от металла шва. Флюс также способствует устойчивому горению дуги и стабильному течению процесса сварки. По способу изготовления флюсы делятся на плавные и не плавные. *Плавные флюсы* являются основными при автоматической сварке металла. Они изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 9087-81.

ЗАЩИТНЫЕ ГАЗЫ

Защитные газы делятся на две группы – инертные и активные. Газы первой группы с металлом, нагретым до расплавленного состояния, не взаимодействуют и практически не растворяются в нем. Газы второй группы защищают зону сварки от воздуха, но сами либо растворяются в жидком металле, либо вступают с ним в химическое взаимодействие. К инертным газам, используемым при сварке, относятся аргон и гелий. Из активных газов основное значение имеет углекислый газ.

Аргон – одноатомный инертный газ без цвета и запаха, тяжелее воздуха. Получают аргон из воздуха, где его содержится 0,935 % (по объему). Аргон поставляется по ГОСТ 10157-2016 «Аргон газообразный и жидкий. Технические условия» двух сортов: высшего и первого. Высший сорт содержит 99,992 % аргона, не более 0,006 % азота и не более 0,0007 % кислорода. Первый сорт содержит аргона 99,987 %, азота – до 0,01 % и кислорода – не более 0,002 %. Аргон поставляется и транспортируется для использования в газообразном виде в баллонах типа А (ГОСТ 949-73 «Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P(p) \leq 19,6$ МПа (200 кгс/кв. см). Технические условия (с Изменениями № 1-5)») под давлением 15 МПа. Баллоны окрашены в серый цвет с зеленой полосой и зеленой надписью: «Аргон чистый». Аргон применяют при сварке ответственных сварных швов и при сварке высоколегированных сталей, титана, алюминия, магния и их сплавов.

Гелий – одноатомный инертный газ без цвета и запаха. Газообразный гелий производится по ГОСТ 20461-75 «Гелий газообразный. Метод определения объемной доли примесей эмиссионным спектральным анализом (с Изменениями № 1, 2, 3, 4)» двух сортов: гелий высокой чистоты (99,985 % гелия) и гелий технический (99,8 % гелия). Транспортируется и поставляется в баллонах типа А при максимальном давлении 15 МПа. Баллоны окрашены в коричневый цвет белой надписью «Гелий». Гелий используют так же, как аргон, но значительно реже ввиду дефицитности и высокой стоимости.

Углекислый газ CO_2 (ГОСТ 8050-85 «ГОСТ 8050-85. Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия (с Изменениями № 1,

2)») не имеет цвета и запаха. Получают его из газообразных продуктов сгорания антрацита или кокса, при обжиге известняка и т. д. Поставляется в сжиженном (жидком) состоянии в баллоне типа А вместимостью 40 л, в который при максимальном давлении 7,5 МПа вмещается 25 кг углекислоты (при испарении образуется около 12750 л газа). Для целей сварки используют сварочную углекислоту. Чистота углекислоты первого сорта должна быть не менее 99,5 %, а высшего сорта – 99,8 %. Баллоны с углекислотой окрашивают в черный цвет с желтой надписью: «СО₂ сварочный». Применяется при сварке низкоуглеродистых и некоторых конструкционных и специальных сталей. Для снижения влажности углекислого газа рекомендуется установить баллон вентилем вниз и после оттаивания в течение 10...15 мин. осторожно открыть вентиль и выпустить из баллона влагу. Перед сваркой необходимо из нормально установленного баллона выпустить небольшое количество газа, чтобы удалить попавший в баллон воздух. Часть влаги задерживается в углекислоте в виде водяных паров, ухудшая при сварке качество шва. Кроме того, при выходе из баллона, от резкого расширения происходит снижение температуры углекислоты и влага, отлагаясь в редукторе, забивает каналы и даже полностью закрывает выход газа. Для предупреждения замерзания влаги между баллоном и редуктором устанавливают электрический подогреватель. Окончательное удаление влаги после редуктора производится специальным осушителем, наполненным прокаленным медным купоросом, хромистым кальцием или другим осушительным веществом.

Смеси газов для защиты сварочной ванны от неблагоприятного взаимодействия с воздухом.

Сварка в смеси углекислого газа с кислородом. Используемые смеси содержат обычно 20–40 % О₂. Процесс в основном отличается более высоким окислительным потенциалом защитной среды и более высокой температурой жидкого металла. Для сварки используют проволоки с повышенным содержанием раскислителей. Формирование шва несколько лучше, чем при сварке в чистом углекислом газе, но поверхность покрыта большим количеством шлака.

Сварка в смеси (Ar + СО₂). Наиболее часто используют аргон с добавлением 1–2 % или 3–5 % О₂. В обоих случаях могут быть получены те же процессы сварки, что и в чистом аргоне. Процесс с крупнокапельным переносом во многом подобен сварке в аргоне. Основные закономерности струйного процесса сварки в смеси (Ar + СО₂) такие же, как и при сварке в чистом аргоне. На производстве применяют смеси аргона, содержащие 20–25 % СО₂ или 50 % СО₂, а также смесь аргона с 20 % СО₂ и 5 % О₂. При содержании в смеси до 15 % СО₂ могут быть получены те же процессы, что и в чистом аргоне. С увеличением содержания углекислого газа

повышается напряжение дуги и уменьшается ее длина. При содержании в смеси более 25% CO_2 процессы сварки становятся близкими к процессам сварки в чистом углекислом газе. Однако только при содержании около 50 % CO_2 форма провара становится похожей на форму провара в чистом углекислом газе. Сварка в смеси аргона с 20–25 % CO_2 или с 20 % CO_2 и 5 % O_2 обеспечивает лучшее формирование шва и меньшее разбрызгивание, чем сварка в углекислом газе, а по сравнению со сваркой в аргоне получается лучше форма провара и меньшее излучение дуги; кроме того, в широком диапазоне силы тока можно получить процесс с частыми короткими замыканиями.

1.4. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ СВАРКИ

РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА

Наибольший объем среди других видов сварки занимает ручная дуговая сварка – сварка плавлением штучными электродами, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок производятся вручную. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл плавятся, образуя металлическую сварочную ванну. Капли жидкого металла с расплавляемого электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода, образуя газовую защиту вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла.

Основным рабочим инструментом сварщика при ручной сварке служит электрододержатель, который предназначен для зажима электрода и подвода сварочного тока. Для подвода тока от источника питания к электрододержателю и изделию используют сварочные провода. Сечения проводов выбирают по установленным нормативам для электротехнических установок (5–7 А/мм²). К вспомогательным инструментам для ручной сварки относятся стальные проволочные щетки для зачистки кромок перед сваркой и для удаления с поверхности швов остатков шлака, молоток-шлакоотделитель для удаления шлаковой корки, особенно с угловых и корневых швов в глубокой разделке, зубило, набор шаблонов для проверки размеров швов, стальное клеймо для клеймения швов, метр, стальная линейка, отвес, угольник, чертилка, мел, а также ящик для хранения и переноски инструмента.

СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ

Сварка под флюсом – дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса, обеспечивающего защиту сварочной ванны от воздуха. Наряду с защитой флюс стабилизирует дугу, обеспечивает рас-

кисление, легирование и рафинирование расплавленного металла сварочной ванны. По степени механизации процесса различают автоматическую и механизированную сварку под флюсом. В большинстве случаев используется автоматический процесс. Механизированная сварка под флюсом применяется в значительно меньшем объеме, чем автоматическая. Преимуществами сварки под флюсом являются:

- высокая производительность благодаря применению больших токов, большой глубины проплавления, а также почти полного отсутствия потерь металла на угар и разбрызгивание;
- механизация процесса сварки;
- высокое качество сварных швов за счет хорошей защиты флюсом сварочной ванны от воздуха;
- улучшение условий труда сварщиков.

Недостатками сварки под флюсом являются возможность сварки только в нижнем положении (наклон до 15^0), трудность применения в монтажных условиях, на коротких швах, невозможность наблюдения за процессом формирования шва.

При сварке под флюсом производительность процесса по машинному времени повышается в $6 \div 2$ раз по сравнению с ручной дуговой сваркой. При сварке на специальных, так называемых, форсированных режимах, применяемых при изготовлении труб большого диаметра и широкополых двутавровых балок, производительность повышается в $15 \div 20$ раз. Повышение производительности при автоматической сварке под флюсом достигается за счет использования больших токов и повышения плотности тока в электроде. Резкое повышение абсолютной величины тока и его плотности в электроде возможно благодаря наличию плотного слоя флюса вокруг зоны сварки. Это предотвращает выдувание жидкого металла шва из сварочной ванны и сводит потери на угар и разбрызгивание до 1 %. Увеличение тока позволяет сваривать металл значительной толщины без разделки кромок с одной или двух сторон и увеличивать количество металла, наплавляемого в единицу времени. Коэффициент наплавки при сварке под флюсом составляет $14 \div 18$ г/(А·ч) и более против $8 \div 2$ г/(А·ч) при сварке покрытыми электродами. При сварке под флюсом обеспечивается высокое и стабильное качество сварных швов. Это достигается за счет надежной защиты металла шва от воздействия кислорода и азота воздуха, однородности металла шва по химическому составу, улучшения формы шва и сохранения постоянства его размеров. Одновременно обеспечивается меньшая вероятность образования непроваров, подрезов и других дефектов формирования шва и отсутствие перерывов в процессе сварки, вызываемых сменой электродов. Автоматическую и механизированную сварку под флюсом применяют в заводских и монтажных условиях

для сварки в нижнем положении металла толщиной $2 \div 100$ мм. Сваривают стали различного состава, медь, титан, алюминий и сплавы на их основе.

По степени механизации отдельных операций дуговая сварка может быть автоматической и механизированной. *Автоматической* принято называть сварку или наплавку с механизированным возбуждением и поддержанием дугового процесса, механизированной подачей сварочных материалов в зону плавления и механизированным перемещением дуги вдоль линии сварного соединения. *Механизированной* принято называть сварку или наплавку с механизированной подачей проволоки и других сварочных материалов в зону плавления и ручным перемещением дуги вдоль линии сварного соединения.

В промышленности применяют большое число самых разнообразных сварочных автоматов общего назначения (универсальных) и специализированных, классифицируемых по следующим признакам:

- по способу перемещения вдоль линии сварного соединения – несамостоятельные (подвесные) и самостоятельные, в том числе тракторы;
- по способу защиты зоны дуги – для сварки под флюсом (Ф), в защитных газах (Г), без внешней защиты (О), по флюсу, под флюсом и в защитных газах (ФГ);
- по виду электрода – для сварки плавящимся электродом и неплавящимся электродом (без присадочного металла, с присадочным металлом);
- по виду плавящегося электрода – для сварки проволочным электродом (сплошного сечения или порошковым), ленточным электродом (сплошного сечения или порошковым), штучными электродами (стержнями или пластинами);
- по числу электродов с общим подводом сварочного тока – одноэлектродные, двухэлектродные, многоэлектродные;
- по числу дуг при раздельном питании электродов сварочным током – одnodуговые, двухдуговые, многодуговые;
- по технологическому назначению – для сварки, для наплавки;
- по роду применяемого тока – для сварки постоянным током, переменным током, постоянным и переменным током;
- по способу подачи электродной проволоки – с независимой от напряжения на дуге подачи, с зависимой от напряжения на дуге подачи;
- по способу регулирования скорости сварки (для самостоятельных аппаратов) и подачи электродной проволоки – с плавным, с плавноступенчатым, со ступенчатым регулированием;
- по способу формирования металла шва: для сварки со свободным формированием (как правило, в нижнем положении), с принудительным формированием (как правило, на вертикальной, наклонной и криволинейной поверхностях).

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ СВАРКА

Электрошлаковая сварка – сварка плавлением, при которой для нагрева металла используется теплота, выделяющаяся при прохождении электрического тока через расплавленный электропроводный шлак. При электрошлаковой сварке почти вся электрическая мощность передается шлаковой ванне, а от нее – электроду и основному металлу. При этом расплавленный флюс служит защитой от вредного воздействия окружающей среды и средством металлургического воздействия на расплавленный металл. Электрошлаковый процесс, как источник энергии для сварки, характеризуется наибольшей площадью нагрева и наименьшей сосредоточенностью энергии в зоне нагрева. По ГОСТ 19521-74 электрошлаковая сварка классифицируется по:

- виду электрода – проволочным электродом, пластинчатым электродом, плавящимся мундштуком;
- количеству электродов с общим подводом сварочного тока – одно-, двух- и многоэлектродная;
- наличию колебаний электрода – без колебаний и с колебаниями.

Электрошлаковая сварка имеет следующие особенности и преимущества:

- металл практически любой толщины можно сваривать за один проход, поэтому производительность сварки в 5–15 раз выше, чем при многослойной автоматической сварке под флюсом, при этом, как правило, не требуется разделки кромок;
- вертикальное положение металлической ванны, повышенная температура ее верхней части и значительное время нахождения металла в расплавленном состоянии способствуют удалению газов и неметаллических включений из металла шва;
- малый расход флюса, обычно не более 5 % от массы наплавленного металла.

Недостатком электрошлаковой сварки является значительный перегрев металла околошовной зоны, что приводит к снижению пластических свойств, поэтому требуется, как правило, последующая высокотемпературная обработка для получения требуемых механических свойств сварного соединения.

СВАРКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

Дуговая сварка в защитных газах имеет высокую производительность, легко поддается автоматизации и позволяет выполнять соединение металлов без применения электродных покрытий и флюсов. Этот способ сварки нашел широкое применение при изготовлении конструкций из сталей, цветных металлов и их сплавов. Дуговая сварка в защитных газах может быть выполнена плавящимся и неплавящимся (вольфрамовым)

электродами. Для защиты зоны сварки используют инертные газы гелий и аргон, а также активные газы – азот, водород и углекислый газ. Применяют также смеси отдельных газов в различных пропорциях. Такая газовая защита оттесняет от зоны сварки окружающий воздух. При сварке в монтажных условиях или в условиях, когда возможно сдувание газовой защиты, используют дополнительные защитные устройства. Эффективность газовой защиты зоны сварки зависит от типа свариваемого соединения скорости сварки. На защиту влияет также размер сопла, расход защитного газа и расстояние от сопла до изделия (оно должно быть 5–40 мм). Преимущества сварки в защитных газах следующие:

- нет необходимости применять флюсы или покрытия, следовательно, не требуется очищать швы от шлака;
- высокая производительность и степень концентрации тепла источника позволяет значительно сократить зону структурных превращений;
- незначительное взаимодействие металла шва с кислородом и азотом воздуха;
- простота наблюдения за процессом сварки;
- возможность механизации и автоматизации процессов.

СВАРКА В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ

По объему применения сварка в CO_2 составляет около 90 %, на сварку в аргоне приходится 9 %, остальное – на сварку в смесях газов. В России сварка в защитном газе по приведенной трудоемкости среди механизированных способов сварки занимает второе место после контактной сварки. Сварка в CO_2 плавящимся электродом осуществляется с использованием плавящегося электрода и защитного газа CO_2 , подаваемого в зону дуги. Этот вид сварки является механизированным, ее выполняют полуавтоматами и автоматами. Устойчивое горение дуги обеспечивается при высокой плотности постоянного тока на возрастающей ветви вольтамперной характеристики. Основной особенностью сварки в CO_2 плавящимся электродом является необходимость применения электродных проволок с повышенным содержанием элементов-раскислителей: кремния и марганца, компенсирующих их выгорание в зоне сварки, предотвращающих дополнительное окисление металла при сварке и образования пор.

Углекислый газ имеет следующие особенности:

- при повышении давления превращается в жидкость;
- при охлаждении без давления переходит в твердое состояние – сухой лед;
- сухой лед при повышении температуры переходит непосредственно в газ, минуя жидкое состояние.

АРГОНОДУГОВАЯ СВАРКА

Аргонодуговая сварка – дуговая сварка, при которой в качестве защитного газа используется аргон. Применяют аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым и плавящимся электродами. Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом может быть ручной и автоматической. Сварка возможна без подачи и с подачей присадочной проволоки. Этот процесс предназначен главным образом для металлов толщиной менее 3÷4 мм. Большинство металлов сваривают на постоянном токе прямой полярности. Сварку алюминия, магния и бериллия ведут на переменном токе. При прямой полярности (плюс на изделии, минус на электроде) лучше условия термоэлектронной эмиссии, выше стойкость вольфрамового электрода и допускаемый предельный ток. Допускаемый ток при использовании вольфрамового электрода диаметром 3 мм составляет ориентировочно при прямой полярности 140÷280 А, обратной – только 20÷40 А, при переменном токе – промежуточное значение 100÷160 А. Дуга на прямой полярности легко зажигается и горит устойчиво при напряжении 10÷15 В в широком диапазоне плотностей тока.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию способов сварки.
2. Какие виды сварки относятся к термическому классу?
3. Какие виды сварки относятся к термомеханическому классу?
4. Какие виды сварки относятся к механическому классу?
5. Назовите источники питания сварочной дуги.
6. В чем преимущества сварочных выпрямителей?
7. Классификация сварочных преобразователей.
8. Что может быть отнесено к сварочным материалам?
9. Дайте характеристику основных видов сварки.

2. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Характеристика опасных и вредных производственных факторов осуществляется согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Опасный производственный фактор - фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может привести к травме, в том числе смертельной.

Вредный производственный фактор - фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может сразу или впоследствии привести к заболеванию, в том числе смертельному, или отразиться на здоровье потомства пострадавшего, или в отдельных специфичных случаях перехода в опасный производственный фактор - вызвать травму (ГОСТ 12.0.002-2014 «Термины и определения»).

Предельно допустимое значение вредного производственного фактора - нормативно утверждаемая граница уровня воздействия на организм работающего при ежедневной и/или еженедельной регламентируемой продолжительности рабочего времени в течение всего трудового стажа, при которой допускается работать, поскольку это не приводит к производственно-обусловленному или профессиональному заболеванию, как в период трудовой деятельности, так и после ее окончания, а также не оказывает неблагоприятного влияния на здоровье потомства.

Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения подразделяют на:

- факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;
- факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;
- факторы, порождаемые биологическими свойствами микроорганизмов, находящихся в биообъектах и (или) загрязняющих материальные объекты производственной среды;
- факторы, порождаемые поведенческими реакциями и защитными механизмами живых существ (укусы, ужаления, выброс ядовитых или иных защитных веществ и т.п.);
- факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);

- факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, или абсистенции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.).

При проведении сварочных работ могут быть выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы производственной среды (по природе их воздействия на организм работающего):

- факторы, воздействие которых носит физическую природу;
- факторы, воздействие которых носит химическую природу.

К факторам трудового процесса могут быть отнесены:

- психофизиологические;
- организационно-управленческие;
- личностно-поведенческие;
- социально-экономические.

К факторам, обладающим свойствами *физического воздействия* на человека, относятся:

а) опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:

1) неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, острые заусенцы, неровность и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ними;

2) движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы);

б) опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека (брызги расплавленного металла, отлетающие при сварке, высокая температура дуги (около 4000 °С), газового резака, иных предметов);

в) опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей;

г) опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания;

д) опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся

повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума;

е) опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие высоковольтного разряда в виде дуги;

ж) опасные и вредные производственные факторы, связанные с электромагнитными полями, неионизирующими ткани тела человека;

з) опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой (некогерентными неионизирующими излучениями оптического диапазона электромагнитных полей) и характеризующиеся чрезмерными (аномальными относительно природных значений и спектра) характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности:

- 1) отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;
- 2) отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;
- 3) повышенная яркость света;

и) опасные и вредные производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, такими как:

- 1) инфракрасное излучение;
- 2) ультрафиолетовое излучение (ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение могут вызвать ожоги кожи различной степени тяжести, воспаление глаз).

Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами *химического воздействия* на организм человека.

Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, называемые для краткости химическими веществами, представляют собой физические объекты (или их составные компоненты) живой и неживой природы, находящиеся в определенном физическом состоянии и обладающие такими химическими свойствами, которые при взаимодействии с организмом человека в рамках биохимических процессов его функционирования приводят к повреждению целостности тканей организма и (или) нарушению его нормального функционирования. Химические вещества могут находиться в твердом, пастообразном, порошкообразном, жидком, парообразном, газообразном, аэрозольном состояниях (сварочные аэрозоли представляют собой смеси различных химических веществ, выделяющихся в процессе сварки. Состав смесей различается в зависимости от вида и способа сварки. Наиболее вредными считаются цинк, хром, кремний, оксид азота). Степень опасности химических веществ связана с путями их

попадания в организм человека, которые подразделяют на следующие группы проникновения:

- через органы дыхания (ингаляционный путь);
- через желудочно-кишечный тракт (пероральный путь);
- через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь);
- через открытые раны;
- при проникающих ранениях;
- при внутримышечных, подкожных, внутривенных инъекциях.

По характеру результирующего химического воздействия на организм человека химические вещества подразделяют на:

- токсические (ядовитые);
- раздражающие;
- сенсибилизирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами *психофизиологического воздействия* на организм человека, подразделяют на:

- физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса (характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и другие), обеспечивающие его деятельность [15]);

- нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса (характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника, обеспечивающие его деятельность [15]).

Физические перегрузки подразделяют на:

- статические, связанные с рабочей позой;
- динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза;
- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений.

Нервно-психические перегрузки:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;
- эмоциональные перегрузки.

Опасные и вредные производственные факторы при выполнении сварочных работ по характеру их действия во времени могут быть:

- постоянно действующими (вредные вещества, шум);

- периодически действующими (протекание электрического тока).

Опасные и вредные производственные факторы по характеру обнаружения их организмом относятся к:

- обнаруживаемым органолептически (шум, запахи т.п.);
- не обнаруживаемым органолептически (электромагнитное излучение и т.п.).

В табл. 2.1 представлен перечень опасных и вредных производственных факторов согласно ГОСТ ССБТ 12.3.003-86 «Работы электросварочные. Требования безопасности (с Изменением № 1)».

Контрольные вопросы

1. Дайте определение опасного производственного фактора.
2. Дайте определение вредного производственного фактора.
3. Что понимается под допустимыми условиями труда?
4. Приведите пример фактора, обладающего свойствами физического воздействия на организм работающего.
5. Приведите пример фактора, обладающего свойствами психофизиологического воздействия на организм работающего.
6. Назовите виды физических перегрузок.

Таблица 2.1

Перечень опасных и вредных производственных факторов в сварочном производстве

Опасные и вредные производственные факторы в зоне пребывания рабочего	Виды сварки							
	Ручная дуговая без подогрева	Дуговая под флюсом		Дуговая в защитных газах		Электрошлаковая	Контактная сварка	
		Полуавтоматическая	Автоматическая	Полуавтоматическая	Автоматическая		Точечная	Стыковая
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Физические факторы								
1.1. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего	+	+	+	-				
1.2. Факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	+	+	+	+	+	+	+	+
1.3. Факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды	+	+	+	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.4 Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды: температурой, и относительной влажностью воздуха, скоростью движения, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей,	-	-	-	+	+	+	-	-
1.5. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	-	-	-	-	-	+	+
1.6. Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	+	+	-	+	-	-	+	+
1.7. Наличием электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50 - 60 Гц);	+	+	+	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.8.Факторы, связанные со световой средой (повышенная яркость света)	+	+	+	+	+	-	+	+
1.9.Факторы, связанные с неионизирующими излучениями (инфракрасное ультрафиолетовое излучение)	+	+	+	+	+	+	-	-
2. Химические факторы								
Сварочные аэрозоли	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Психофизиологические факторы								
3.1. Физические перегрузки	-	+	-	+	-	-	+	+
3.2. Нервно-психические перегрузки	+	+	+	+	+	+	+	+
Условные обозначения: + наличие фактора; - отсутствие фактора								

3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

Охрана труда - это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (Трудовой кодекс РФ) [1].

Обеспечение охраны труда (ОТ) в организации, включая соответствие условий труда установленным требованиям охраны труда, установленным национальными законами и иными нормативными правовыми актами, входит в обязанность работодателей. Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника. Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено, либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

В результате научно-технического прогресса и совершенствования управления производством развились новые организационные принципы по обеспечению безопасных условий труда. В том числе создана система управления охраной труда (СУОТ), являющаяся частью системы управления производством, направленная на повышение эффективности работы предприятия по ОТ, на снижение травматизма, профзаболеваемости и повышение работоспособности работающих. Организация работы по ОТ на предприятии должна соответствовать системе управления охраной труда (ГОСТ 12.0.230-2007 «Системы управления охраной труда. Общие требования ILO-OSH2001») и «Типовой системе управления охраной труда в организации», утвержденной приказом Минтруда России от 19.08.2016, №438 Н. Ответственность за организацию ОТ на предприятиях несут директор и главный инженер. По подразделениям соответственно: начальники цехов, начальники участков, мастера, начальники отделов, начальники служб (механики, энергетики). Специалист по ОТ является центральной фигурой по ОТ в цехе. На администрацию предприятий возлагается проведение инструктажей по технике безопасности и производственной санитарии рабочих и служащих, осуществление постоянного контроля за соблюдением работниками правил и инструкций, оформление контрольных листов по технике безопасности работающего, организация трехступенчатого контроля по охране труда:

- 1) ежедневно - мастер и уполномоченный по ОТ;
- 2) еженедельно - начальник цеха, инженер по ОТ, представитель профкома, медицинский работник;

3) ежемесячно - главный инженер, начальник службы охраны труда, врач, представитель профкома, главный механик, главный энергетик.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя, который обязан обеспечить (ст. 212 ТК РФ):

- безопасность работников при эксплуатации зданий, оборудования, осуществлении технологических процессов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ,
- проведение инструктажа по охране труда и проверки знаний требований охраны труда;
- проведение специальной оценки условий труда в соответствии с законодательством о специальной оценке условий труда;
- проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое обслуживание;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- разработку и утверждение правил и инструкций по охране труда для работников.

Обязанности работника в области охраны труда (ст. 214 ТК РФ) включают в себя:

- соблюдение требований охраны труда;
- правильное применение средств индивидуальной и коллективной защиты;
- прохождение обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктажа по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;
- немедленное извещение своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);

- прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров.

3.1. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ, ВЫПОЛНЯЮЩЕМУ СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Профессиональный отбор - одна из задач управления охраной труда на производстве. Требования к персоналу определены ГОСТ 12.3.003-86 [10], СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 «Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ». Требования к персоналу, выполняющему сварочные работы, устанавливаются в зависимости от выполняемых обязанностей, вида работ и уровня ответственности сварных конструкций. К выполнению сварки допускаются лица, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний требований безопасности, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже II и имеющие соответствующие удостоверения. К выполнению электрошлаковой сварки допускаются сварщики и помощники сварщиков, прошедшие дополнительное обучение технологии ЭШС и проверку знаний требований безопасности. К самостоятельному выполнению электрошлаковой сварки помощник сварщика не допускается. К сварочным работам на высоте допускаются работающие, прошедшие специальное медицинское освидетельствование, имеющие стаж верхолазных работ не менее одного года и разряд сварщика не ниже III.

Не допускаются к сварке женщины в соответствии с перечнем производств, профессий и работ с тяжелыми и вредными условиями труда, на которых запрещено применение труда женщин, утвержденным в соответствии с установленным порядком (Постановление Правительства РФ от 22.05.2000 №162).

Аттестация сварщиков и специалистов сварочного производства проводится в соответствии с ПБ 03-273-99 «Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства».

Руководство сварочными работами на опасных производственных объектах осуществляют специалисты, аттестованные на II, III или IV профессиональные уровни.

Специфика отдельных технологических процессов предъявляет к лицам, их выполняющим, дополнительные требования в части их психических возможностей, антропометрических данных, состояния здоровья. Соответствие этим требованиям выявляется в рамках профессионального отбора, а также медицинских освидетельствований.

Порядок медицинских осмотров определен приказом Минздравсоцразвития от 12.04.2011 №302 н. Она предусматривает предвари-

тельные, перед поступлением на работу, и периодические, в ее процессе, освидетельствования, цель которых - выявить наличие медицинских противопоказаний к этой работе. Их перечень для различных профессий дан в приказе Минздрава РФ № 90 от 14.03.90 г.

3.2. ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА

Огромное число травм и заболеваний, происходящих с работающими по причинам, связанным с их трудовой деятельностью, заставляет настойчиво искать методы и средства эффективного предотвращения этих нежелательных и неблагоприятных событий. Одним из таких методов, как показала международная практика, является обучение вопросам безопасности труда в сочетании с внутренней мотивацией работающих на строгое соблюдение требований безопасности. Обучение безопасности труда направлено на формирование, закрепление и развитие мотивации и навыков безопасного поведения, знаний, умений и навыков выполнения безопасных приемов труда и (или) управления обеспечением безопасности других лиц в процессе их трудовой деятельности. Обучение безопасности труда является постоянным процессом, сопровождающим занятого трудом человека всю его жизнь, направленным на предотвращение преждевременной смертности и ухудшения качества жизни из-за травм и (или) заболеваний, связанных с трудовой деятельностью. Обучение по безопасности труда носит непрерывный многоуровневый характер и проводится во всех организациях, у всех работодателей, а также при совершенствовании знаний требований безопасности труда в процессе трудовой деятельности. Обучение безопасности труда включает в себя:

- формирование уважительного отношения к вопросам и требованиям обеспечения безопасности и развитие устойчивой внутренней положительной психологической установки на строгое выполнение требований безопасности;
- повышение информированности и осведомленности в вопросах безопасности труда и безопасного поведения;
- изучение и овладение знаниями и навыками безопасного труда и управления безопасностью в процессе профессионального образования и подготовки/переподготовки;
- отдельное специальное многоуровневое обучение вопросам безопасности труда и производственной деятельности.

Основными видами обучения безопасности труда являются:

- общее обучение знаниям по организации обеспечения безопасных и безвредных условий труда, защите от опасностей и рисков, профилактике связанных с работой травм и заболеваний, методам первой помощи и социальной защиты пострадавших;

- обучение методам системного управления эффективным обеспечением безопасных и безвредных условий труда, защитой от опасностей и рисков, профилактикой связанных с работой травм и заболеваний, организацией оказания первой помощи и социальной защиты пострадавших;
- обучение приемам безопасного поведения;
- обучение безопасным приемам выполнения работ и рабочих операций;
- обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим;
- обучение методам руководства безопасным выполнением работ;
- обучение методам проведения эффективного инструктажа и обучения, согласно ГОСТ 12.0.004-2015 «Организация обучения безопасности труда».

Обучение безопасности труда работающих лиц проводится непосредственно на работе силами работодателя.

Для работающих, связанных с работами, к которым предъявляются повышенные требования безопасности труда, проводят специальное обучение безопасности труда с учетом этих требований. Обучение завершается отдельной проверкой полученных знаний по безопасности труда и безопасности выполнения работ. Результаты проверки знаний и (или) навыков по охране труда и безопасности выполнения работ оформляют протоколом и фиксируют в личной карточке прохождения обучения, если она применяется. Лицу, успешно прошедшему проверку знаний и (или) навыков, выдают удостоверение на право самостоятельной работы.

Обучение безопасности труда в форме проведения инструктажа.

Проведение инструктажей заключается в изложении в устной или письменной форме инструктором инструктируемому лицу конкретных руководящих и обязательных для исполнения требований по условиям, порядку и последовательности безопасного совершения тех или иных конкретных трудовых функций, во время исполнения инструктируемым лицом порученных ему трудовых и (или) поведенческих функций.

Проведение инструктажей по безопасности труда включает в себя: ознакомление инструктируемого лица с имеющимися на его рабочем месте условиями труда, с требованиями безопасности и охраны труда, а также с безопасными методами и приемами выполнения работ и оказания первой помощи пострадавшему.

Инструктаж по охране труда проводится в утвержденном руководителем организатора обучения порядке, разработанном с учетом характера производственной деятельности, условий труда на рабочем месте и трудовой функции инструктируемого лица, а также вида инструктажа. Проведение инструктажа по безопасности и (или) охране труда завершается устной проверкой инструктирующим лицом степени усвоения содержания инструктажа инструктируемым лицом.

Различают, организуют и своевременно проводят:

- вводный инструктаж;
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте;
- внеплановый инструктаж;
- целевой инструктаж.

Вводный инструктаж проводят для всех принимаемых на работу лиц. Вводный инструктаж проводится специалистом по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят до начала самостоятельной работы инструктируемых лиц:

- со всеми вновь принятыми на работу лицами;
- с работающими, переведенными в установленном порядке из другого подразделения, либо с работающими, которым поручается выполнение новой для них работы.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит руководитель подразделения или непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда как инструктор по охране труда.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми лицами, прошедшими первичный инструктаж на рабочем месте, не реже одного раза в шесть месяцев.

Внеплановый инструктаж, в том числе на рабочем месте, проводят:

- при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на условия и безопасность труда;
- при перерывах в работе данного работающего (для работ с вредными и/или опасными условиями труда - более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев);
- при введении в действие новых или изменении инструкций по охране труда на рабочем месте, инструкций по безопасному выполнению работ, иной технологической документации, а также при изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, касающиеся порядка выполнения работ, порученных данному работающему;
- при нарушении работающими требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);
- по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля, общественного контроля; по решению руководителя организатора обучения (или уполномоченного им на то должностного лица).

Внеплановый инструктаж проводят аналогично первичному инструктажу на рабочем месте.

Целевой инструктаж проводят перед выполнением:

- работ с повышенной опасностью, на которые в соответствии с нормативными документами требуется оформление наряда-допуска, разрешения или других специальных документов;

- разовых работ, в том числе не связанных с прямыми обязанностями по специальности, профессии;

- иных работ с повышенным риском опасного воздействия на организм работающего (по решению организатора обучения);

- работ при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и т.п.

Проведение целевого инструктажа фиксируется либо в наряде на выполнение работ, в том числе в наряде-допуске, либо в специальном журнале целевых инструктажей.

Обучение безопасности труда в форме индивидуальной стажировки на рабочем месте.

Обучение по охране труда в форме индивидуальной стажировки на рабочем месте для работников рабочих профессий с целью практического освоения безопасных методов и приемов выполнения работ проводится под руководством руководителя работ, или инструктора производственного обучения, либо опытного рабочего, прошедших соответствующее обучение как инструктор по охране труда, имеющих большой практический опыт и обладающих необходимыми качествами для организации и проведения стажировки. Необходимость стажировки, ее содержание и продолжительность определяет руководитель подразделения, в котором работает стажирующийся работник, в зависимости от его уровня образования, квалификации, опыта работы и т.п.

Для работников рабочих профессий и младшего обслуживающего персонала, имеющих соответствующую требованиям безопасного выполнения порученной им трудовой функции профессиональную квалификацию, сроки стажировки определяются программами стажировки длительностью от трех до 19 рабочих смен.

Для работников рабочих профессий, не имеющих опыта работы и соответствующей квалификации, для которых проводится профессиональное обучение, сроки стажировки, включая освоение вопросов охраны труда и безопасности выполнения работ, определяются программами стажировки длительностью от одного до шести месяцев.

Обучение безопасности труда в виде специального обучения приемам оказания первой помощи пострадавшим.

Обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве проводится работодателем при приеме на работу, при переводе

на новую работу, а также в силу производственной необходимости для работающих самостоятельно или в группе в условиях повышенного уровня риска травмирования или острого профессионального заболевания (ингаляционного отравления, радиационного поражения), а также вдали от пунктов медицинской помощи.

3.3. ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Охрана труда сварщика на рабочем месте определяется нормативными документами, которые помогают соблюдать условия нормальной работы, где ничто не будет мешать или угрожать специалисту. Инструкция по охране труда для сварщика является нормативным актом, которые определяет требования, требующие соблюдения при проведении работ. Они относятся ко всем типам работ, выполняемых в помещении, на улице и прочих местах. К самостоятельному выполнению сварочных работ допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, имеющие группу по электробезопасности не ниже II, профессиональные навыки по газосварочным работам и имеющие удостоверение на право производства газосварочных работ (Приказ Минтруда России от 23.12.2014 №1101 н «Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ»).

Для допуска на участок сотрудник должен:

- использовать средства индивидуальной защиты и соблюдать их чистоту и надлежащую форму. Не допускается ношение куртки с распахнутым воротником, закатывание рукавов, сварка в промасленной одежде или рукавицах;
- уметь оказывать первую медицинскую помощь пострадавшим коллегам, иным людям до прибытия бригады медиков;
- знать, как использовать противопожарное оборудование в случае пожара по назначению. Знать сигналы противопожарных устройств, обеспечить свободный доступ к средствам противопожарной безопасности, запасным выходам;
- в случае появления чувства недомогания, плохого самочувствия прекратить работу, обратиться к медикам, незамедлительно сообщить своему непосредственному руководителю. Если плохое самочувствие наблюдается у коллег, то нужно немедленно сообщить медикам, оказать первую помощь при необходимости, сообщить руководству. Работник должен

знать расположение медицинской аптечки, знать ее содержимое и уметь его применять на практике;

- проводить очистку сварочного аппарата не реже одного раза в месяц;
- обеспечить в месте сварки наличие специальной перегородки из несгораемого материала высотой не менее двух метров, расстояние между полом и стенками должно быть не менее 50 мм;
- в случае возникновения технической неисправности оборудования, проводки, незамедлительно сообщить непосредственному руководителю;
- соблюдать Правила внутреннего трудового распорядка;
- заземлить электросварочную установку;
- установить опознавательные знаки для места проведения сварки либо отметить их другим заметным способом;
- обезжиривать поверхности специальными не воспламеняющимися растворами. Запрещается использовать керосин, бензин и прочие легковоспламеняющиеся вещества;
- не использовать оборудование, с правилами эксплуатации которого не ознакомлен;
- поддерживать правила хранения опасных веществ;
- соблюдать чистоту и порядок на сварочном участке в течение всего рабочего времени, не загромождать рабочее место мусором и отходами;
- выполнять только порученное задание, не допускать своейвольной эксплуатации оборудования;
- не использовать неисправное оборудование;
- эксплуатировать устройства безопасным способом;
- транспортировать газовые баллоны только на специальных тележках, не допуская резких толчков;
- не употреблять пищу на своем рабочем месте;
- нести ответственность за несоблюдение правил техники безопасности (дисциплинарная, гражданская, административная, уголовная).

Охрана труда при выполнении сварочных работ

Сварщик обязан:

- Получить поручение на выполнение конкретного задания на сварку.
- Обеспечить себя средствами индивидуальной и коллективной защиты, проверить их исправность.
- Надеть каску, спецодежду, спецобувь установленного образца, не допуская наличия открытых участков тела, волос.
- Проверить непосредственно рабочее место: очистить его от пыли, грязи и мусора. Не загромождать мусором выходы. Пол на рабочем месте сварщика должен быть чистым и сухим.

- Убедиться, что вблизи отсутствуют газовые баллоны, не вымытая тара от уже использованных горючих материалов, краска, иные легковоспламеняющиеся вещества. Если таковые имеются, то нужно обеспечить их удаленность от рабочего места не менее 10 метров.
- Убедиться в исправности сварочного аппарата, надежности заземления, правильной изоляции электропроводки, целостности сварочной цепи, исправности пускового устройства.
- Проверить надежность фиксации элементов, подлежащих сварке.
- Включить вентиляцию.
- Обеспечить наличие перегородки или специального защитного экрана.
- Следить за надлежащим функционированием сварочного агрегата.
- Использовать коврики, защищающие от влаги, при сварке неповоротных стыков труб.
- Проверить наличие воды, песка или огнетушителя на месте работы.
- Если предстоит сварка резервуаров из-под горючих веществ, то они должны быть тщательно вымыты и высушены.
- Если предстоит сварка элементов рамы автомобиля, то нужно обеспечить заземление кузова, бак для топлива должен быть снят.
- Генератор нужно поместить в теплое место, если температура окружающей среды - минусовая.
- Не допускается размещение горючих веществ вблизи рабочего места сварщика. Материалы, подверженные сгоранию, должны быть в пределах пяти метров от рабочего места, взрывоопасные, горючие вещества – не ближе, чем десять метров.
- Газовые баллоны не должны находиться ближе, чем в пяти метрах от источников тепла.
- Сварщик проводит работы на улице при дожде или снегопаде только под специальными несгораемыми навесами.
- Сварка конструкций закрытых резервуаров должна проводиться тремя сварщиками. Работы необходимо осуществлять с применением предохранительного пояса с креплением его к веревке, другой конец которой должен держать страхующий снаружи емкости; электросварочный аппарат должен иметь электроблокировку, обеспечивающую автоматическое отключение напряжения холостого хода или ограничение его до напряжения 12 В с выдержкой времени не более 0,5 с; при работе пользоваться диэлектрическими перчатками, галошами, ковриком, а также изолирующим шлемом. Провести проверку загазованности в колодцах, тоннелях и других местах возможного скопления взрывопожароопасных газов до начала производства работ. В качестве искусственного освещения в местах сварки используются лампы напряжением 12 В.

- Очищать кромки от шлака и ржавчины.
- Очищать сварочные швы от шлака нужно только специальной металлической щеткой в защитных очках.
- Сваривать элементы, находящиеся на высоте, нужно только при наличии лесов.
- Если сварка проводится в опасных, закрытых помещениях, помещениях на глубине, то нужно применять аппараты, которые автоматически отключаются при отсоединении электрода от свариваемой детали.
- Если резак перегрелся, нужно прекратить работу, остудить резак в резервуаре с холодной водой.
- Прикладывать сварочные провода нужно так, чтобы они не навредили остальным частям свариваемых деталей и механизмов.
- Если работа ведется несколькими сварщиками, то их места должны быть отделены друг от друга светонепроницаемыми ширмами. Запрещается производить сварку на сосудах, находящихся под давлением. Сварку (резку) свежеекрашенных конструкций и деталей следует производить только после полного высыхания краски.

При проведении сварочных работ запрещается:

- использовать открытый огонь, если на расстоянии трех метров находится ацетиленовый трубопровод, на расстоянии полутора метров находится кислородный трубопровод;
- проводить газовую сварку и резку на расстоянии не менее 10 м от ацетиленового генератора, кислородных баллонов;
- допускать посторонних людей к месту работы;
- оставлять без присмотра включенное электрооборудование, электрододержатели;
- проводить сварку в местах, не согласованных с руководством;
- работать при сильной запыленности и загазованности помещения;
- работать, если оборудование функционирует неисправно;
- осуществлять резку и варить металл на весу;
- допускать нахождение рядом сварочных кабелей и газосварочных шлангов, проводов под давлением вблизи источников тепла, ацетиленового генератора или баллонов с кислородом, расстояние между сварочным проводом и трубопроводом кислорода должно быть не менее 0,5 м, а трубопроводом ацетилена и других горючих газов - 1 м;
- работать на одной вертикали с другими сварщиками;
- допускать передачу электрододержателя другим лицам;
- проводить разборку и самовольный ремонт электрооборудования;

- сбрасывать с высоты вниз огарки. Нужно иметь специальную металлическую сумку для огарков;
- удалять шлак со «свежего» горячего шва до его полного остывания;
- перемещать сварочную установку, когда она включена в сеть;
- использовать проводку без изоляции, либо, когда она повреждена;
- использовать электроды, не подходящие по силе тока;
- использовать поврежденный защитный щиток;
- использовать загрязненные баллоны;
- катить баллоны по полу, земле;
- передавать баллоны вентилем вниз;
- сбрасывать баллоны даже с небольшой высоты, ударять друг о друга и о другие предметы, грузить баллоны без колпаков и заглушек;
- передвигаться вне рабочего места с включенными электроинструментами;
- использовать один генератор несколькими сварщиками;
- оставлять без присмотра включенный генератор.

Требования по охране труда после окончания сварочных работ

- Электромонтеры отключают оборудование, сварщик аккуратно сворачивает все провода.
- Навести порядок на рабочем месте.
- Очистить все инструменты и положить их на положенные места хранения, так же, как и средства индивидуальной защиты, кислородные баллоны с надетыми колпаками.
- Обо всех неисправностях и недочетах в процессе трудовой деятельности сообщить руководству.
- Убрать спецодежду, средства индивидуальной защиты в предназначенные для хранения места.
- Вымыть руки с мылом и принять душ, выполнить другие мероприятия личной гигиены.

Требования по охране труда при сварочных работах в аварийных ситуациях

К возникновению аварийных ситуаций могут привести:

- Нарушение правил обращения с огнем.
- Несоответствие сварщика квалификационным требованиям, неумение обращаться с оборудованием на сварочном участке.
- Взаимодействие с неисправным оборудованием.
- Не использование средств индивидуальной защиты.

- Нарушение техники безопасности при хранении огнеопасных, взрывоопасных веществ.

Действия при возникновении аварийной ситуации

1. Работа должна быть немедленно прекращена.
2. Немедленно сообщить руководству, при наличии дополнительных инструкций от руководства выполнить их.
3. Сообщить компетентным органам (медицинское учреждение, пожарная служба, газовая служба).
4. Перенести шланги и баллоны в безопасное место, а только потом приступать к тушению пожара, воспользоваться первичными средствами пожаротушения, выключить вентиляцию и все электрооборудование, по возможности обеспечить транспортировку горючих и взрывоопасных веществ от пожара, сообщить всем о пожаре, чтобы начать пожарную эвакуацию. Использовать огнетушители применительно к виду возгорания.
5. Оказать доврачебную помощь пострадавшим.
6. Принять меры к ликвидации последствий чрезвычайного происшествия.
7. В случае утечки газа нужно немедленно прекратить работу, устранить неисправность и обеспечить проветривание.

Действия при несчастных случаях

Немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинское учреждение.

Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц.

Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести другие мероприятия).

При термическом ожоге без нарушения целостности пузырей (ожог 1-й степени) необходимо подставить обожженное место под струю холодной воды на 10-15 минут или приложить холод на 20-30 минут, затем наложить сухую стерильную повязку.

При ожоге с нарушениями целостности ожоговых пузырей и кожи (2-й и 3-й степени) обожженный участок следует закрыть стерильным материалом. Поверх сухой ткани приложить холод. Не допускается промывать водой и бинтовать обожженную поверхность.

При любом повреждении кожи и тканей тела следует смазать йодом кожу вокруг раны, закрыть стерильным материалом и наложить повязку.

При ощущении боли в глазах надо немедленно прекратить работу, поставить в известность непосредственного руководителя и обратиться в медицинское учреждение.

3.4. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Приказ Минтруда России от 9 декабря 2014 г. N 997н [18] устанавливает следующие нормы выдачи средств индивидуальной защиты для сварщиков, независимо от типа и вида выполняемых работ (табл. 3.1).

Средства индивидуальной защиты приобретаются работодателем за его счет.

Специальная защитная одежда в соответствии с ГОСТ 12.4.011 - 89 [20] предусматривает для сварщиков костюмы, куртки и брюки с защитными свойствами «Тр», обеспечивающие защиту от искр и расплавленного металла. В зимнее время используется спецодежда с защитными свойствами «Тн», обеспечивающая защиту от воздействия холодного воздуха («Тн 30» - до температуры -30 °С).

Таблица 3.1

Типовые нормы выдачи СИЗ для сварщиков

Наименование специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты	Норма выдачи на год (штуки, пары, комплекты)
Костюм для защиты от искр и брызг расплавленного металла	1 шт.
Ботинки кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла или Сапоги кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла	2 пары
Перчатки с полимерным покрытием	6 пар
Перчатки с точечным покрытием	До износа
Перчатки для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла	12 пар
Боты или галоши диэлектрические	Дежурные
Коврик диэлектрический	Дежурный
Перчатки диэлектрические	Дежурные
Щиток защитный термостойкий со светофильтром или очки защитные термостойкие со светофильтром	До износа
Очки защитные	До износа
Средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее или изолирующее	До износа

В соответствии с ГОСТ 12.4.103 - 83 [21] специальная обувь для сварщиков в теплый период — это кожаные ботинки с защитными свой-

ствами «Гр», имеющие наружные металлические носки и предназначенные для защиты ног от теплового излучения, контакта с нагретыми поверхностями, от окалины, искр и брызг расплавленного металла. В зимний период предусматриваются валенки.

На участках (определенных администрацией), где имеется опасность травмирования головы, сварщики должны носить защитные каски. Для удобства в работе сварщиков рекомендуется применение касок, совмещенных с защитным щитком. При одновременной работе сварщиков или резчиков металла на различной высоте по одной вертикали наряду с обязательной защитой головы каской должны быть предусмотрены ограждающие устройства (тенты, глухие настилы и прочее) для защиты работающих от падающих брызг металла, огарков и др.

Индивидуальные средства защиты органов дыхания применяются в исключительных случаях, когда средствами вентиляции невозможно обеспечить предельно допустимые концентрации пыли и газов в зоне дыхания работника.

Если при сварке концентрация газов (озон, оксиды углерода и азота) в зоне дыхания не превышает предельно допустимую, а концентрация пыли больше допустимой, то сварщики должны быть обеспечены противопылевыми респираторами (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Респиратор противопылевой

В случае превышения предельно допустимой концентрации пыли и газов при работе в замкнутых и труднодоступных помещениях (емкостях) сварщики обеспечиваются дыхательными приборами с принудительной подачей чистого воздуха (рис. 3.2).

К приборам такого типа относятся шланговые противогазы ПШ-2-57 и РМП-62 или дыхательные автоматы АСМ.

Воздух, поступающий в дыхательные аппараты из компрессора, не должен содержать капель воды, масла, пыли, паров углеводородов и окиси углерода.

Для защиты лица и глаз от действия излучения электрической дуги и брызг расплавленного металла сварщики должны пользоваться щитками или масками (рис. 3.3), а газорезчики и подсобные рабочие - очками.



Рис. 3.2. Респиратор с принудительной фильтрацией

Щитки изготавливаются двух основных видов: наголовные и ручные. Наголовный щиток более удобен, так как освобождает руку сварщика от необходимости удерживать ручной щиток. Щитки изготавливают углубленной формы для того, чтобы они хорошо защищали все открытые части головы и шеи сварщика. При пользовании щитком для обзора конструкции не обязательно откидывать щиток назад на голову, достаточно поднять крышку рамки со светофильтром и осмотреть конструкцию через прозрачное защитное стекло, а также подготовить стык к сварке, зачистить кромки, удалить шлак и выполнить другие операции, требующие хорошей видимости. Для защиты от вредного излучения дуги в щитки вставляют стеклянные светофильтры темно-зеленого цвета, которые не пропускают вредного излучения, но позволяют видеть дугу, расплавляемый металл и манипулировать электродом для лучшего формирования шва. Применяют 13 классов светофильтров типа С для сварки на токах от 13 до 900 А. Разнообразие светофильтров позволяет сварщику подобрать подходящий для зрения светофильтр нужного класса. Необходимо иметь в виду, что излучение сварочной дуги может травмировать глаза рабочих, находящихся поблизости от работающего сварщика. Поэтому рабочих, находящихся в зоне сварки, следует снабдить очками и светофильтрами, предназначенными для подсобных рабочих. Излучение дуги опасно для зрения на расстоянии до 20 м.



Рис. 3.3. Сварочная маска хамелеон Кедр К-102

Закрытые очки (рис. 3.4) с непрямой вентиляцией, обеспечивающие защиту от вредного воздействия прямых ультрафиолетовых лучей, предназначены для подсобных рабочих при электро- и газосварочных работах. Такие очки могут быть снабжены светофильтрами, защищающими глаза от прямых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, а также слепящего действия видимого излучения.



Рис. 3.4. Защитные очки

Выбор щитка или маски диктуется характером работы. При групповой сварке плавящимися электродами для защиты глаз от ультрафиолетового излучения высокой интенсивности кроме щитков и масок со светофильтрами сварщики должны пользоваться защитными очками закрытого типа с бесцветными стеклами. Швы следует зачищать от окалины и пыли в защитных очках закрытого типа.

При высоком уровне шума, превышающем предельно допустимый, сварщики должны быть обеспечены антифонами.

При невозможности или нецелесообразности устройства защитных ограждений рабочих мест на высоте 1 м и более рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами. Места крепления карабина предохранительного пояса заранее указываются руководителем работ.

Выдаваемые для пользования предохранительные пояса должны быть испытаны на воздействие статической нагрузки 3 кН (300 кгс), о чем на кушаке пояса делается отметка. Испытания пояса проводятся каждые шесть месяцев.

Промышленностью выпускается предохранительный пояс «Строитель» (ТУ 401-07-82—78), предназначенный для защиты работающих от падений при монтаже крупнопанельных зданий, выполнении каменных и отделочных работ (рис. 3.5). Пояс снабжен синтетическим фалом с амортизатором, обеспечивающим энергопоглощение при уровне динамической нагрузки не выше 4 кН.

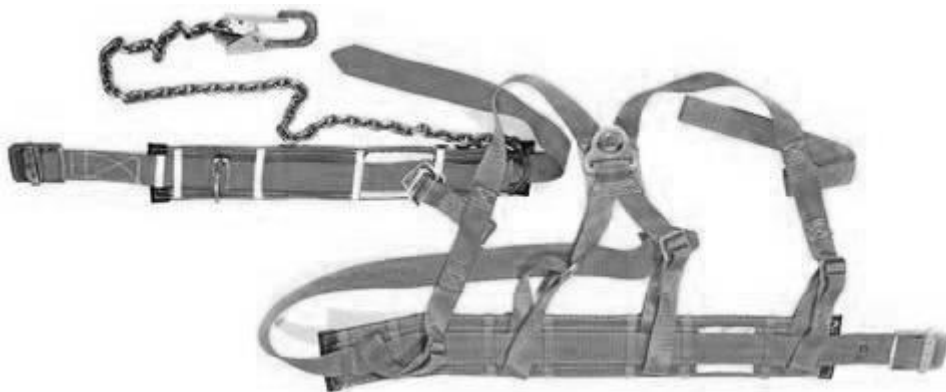


Рис. 3.5. Предохранительный пояс «Строитель»

Допускается применять монтерский предохранительный, предусмотренный ГОСТ 14185 – 77 [22], для работ на воздушных линиях электропередачи.

Для защиты от соприкосновения с влажной холодной землей и снегом, а также с холодным металлом как при наружных работах, так и в помещении сварщики должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, наколенниками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Кожный покров рук рабочих во время выполнения производственных операций подвергается комбинированному воздействию физических и химических факторов. Через кожу рук в организм могут проникать различные вредные вещества. Кроме того, профессиональная нагрузка на руки иногда сопровождается их травмированием или повреждением кожного покрова.

Одним из распространенных видов средств индивидуальной защиты рук являются рукавицы и перчатки. Специальные рукавицы (ГОСТ 12.4.010 – 75 [23]) в зависимости от используемых тканей могут быть предназначены для защиты от механических воздействий, воды, воздействия высоких температур и кислот различной концентрации.

Для сварщиков предусмотрены рукавицы с защитными свойствами «Тн», «Тр». Это брезентовые рукавицы с наладонником и без него, а также с крагами для защиты рук от контакта с нагретыми поверхностями, искр и брызг расплавленного металла.

Для удобства рабочего, выполняющего сварку неплавящимся электродом, брезентовые рукавицы могут быть заменены перчатками.

Электросварщик допускается к выполнению работ при наличии следующих средств индивидуальной защиты (рис. 3.6):

- брезентового костюма с защитными свойствами «Тр» или костюма для сварщика;
- кожаных ботинок с защитными свойствами «Тр»;
- брезентовых рукавиц типа «Е» с защитными свойствами «Тр»;
- щитка сварщика (ТУ 36-2455-82) или наголовного щитка с каской для электросварщика (ТУ 5.978-13373-82);
- предохранительного пояса для строителей (исполнение «С»).

Газосварщик (газорезчик) допускается к выполнению работ при наличии следующих средств индивидуальной защиты:

- брезентового костюма с защитными свойствами «Тр» или костюма для сварщика;
- кожаных ботинок с защитными свойствами «Тр»;
- брезентовых рукавиц типа «Е» с защитными свойствами «Тр»;
- двойных защитных очков ОД2 со светофильтрами Г-1, Г-2, В-1 или В-2;
- предохранительного пояса для строителей (исполнение «С»).

При выполнении наружных работ зимой электро- и газосварщику (газорезчику) дополнительно необходимы:

- хлопчатобумажная куртка на утепляющей подкладке с защитными свойствами «Тн 30»;
- хлопчатобумажные брюки на утепляющей подкладке с защитными свойствами «Тн 30»;
- валенки.

Срок носки спецодежды и спецобуви исчисляется со дня фактического получения их работниками. Если спецодежда (спецобувь) пришла в негодность до истечения установленного нормами срока носки по причинам, не зависящим от работника, ее заменяют другой спецодеждой (спецобувью) или ремонтируют. При этом администрация совместно с профсоюзным комитетом составляет соответствующий акт. Если же спец-

одежда (спецобувь) по истечении установленного срока носки пригодна к использованию, то администрация имеет право продлить его. Бывшая в употреблении спецодежда (спецобувь) стирается, дезинфицируется, ремонтируется и может быть вновь выдана работникам. При этом новый срок носки в зависимости от степени изношенности устанавливает комиссия из представителей администрации и профсоюзного комитета.



Рис. 3.6. СИЗ сварщика

В случае пропажи или порчи средств индивидуальной защиты в установленных местах их хранения по причинам, не зависящим от работающих, администрация должна обеспечить их другими средствами индивидуальной защиты. В исключительных случаях, если работнику в установленный срок не была выдана спецодежда (спецобувь) и он приобрел ее сам, администрация обязана возместить ее стоимость по государственным розничным ценам и зарегистрировать спецодежду (спецобувь) как инвентарь организации. Выдача администрацией вместо спецодежды (спецобуви) материалов для ее изготовления или денежных сумм для ее приобретения не разрешается.

Всю поступающую в организацию спецодежду, спецобувь и другие средства защиты принимает комиссия из представителей администрации и профсоюзного комитета, которая составляет акт о ее качестве.

Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты должны храниться по видам, размерам и ростам в специально оборудованных помещениях, отдельно от других материалов и предметов.

Резиновая обувь и спецодежда из прорезиненной ткани должны храниться в затемненных помещениях при температуре 5... 29 °С и относительной влажности воздуха 80...70% на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов.

Диэлектрические перчатки, галоши и коврики испытывают один раз соответственно в 6 месяцев, 1 и 2 года.

В организации должно быть оборудовано помещение для хранения спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, их сушки и обеспыливания.

Теплая спецодежда по окончании холодного времени года сдается для организованного хранения до следующего сезона по именному списку. Перед этим она подвергается тщательной очистке, обеспыливанию и дезинфекции, просушивается и ремонтируется.

Для работы в стационарных постах сварщик использует фартук, предохраняющий от брызг, особенно опасных при дуговой резке. Обувь сварщика, работающего на монтажной площадке, должна быть с нескользящей подметкой.

К средствам индивидуальной защиты относятся также резиновый коврик, резиновые перчатки и галоши, применяемые при работе в особо опасных местах. Во время работы сварщик должен застегивать куртку, не допуская оголения и поражения лучами дуги открытых мест тела. Клапаны куртки должны быть закрыты, брюки носятся на выпуск так, чтобы они закрывали ботинки во избежание попадания брызг металла на ноги.

Контрольные вопросы

1. Обязанности работодателя для обеспечения безопасных условий и охраны труда?
2. Обязанности работника в области охраны труда.
3. Как осуществляется обучение персонала безопасности труда?
4. Требования к работникам, выполняющим сварочные работы.
5. Что обязан делать сварщик при выполнении сварочных работ?
6. Назовите основные требования по охране труда после окончания сварочных работ.
7. Что необходимо делать при возникновении аварийной ситуации?
8. Перечислите основные СИЗ сварщика.

4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

4.1. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

4.1.1. Технические средства защиты от поражения электрическим током

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.019- 2009 [25]).

Электротравма - травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Электрическое замыкание на корпус - случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки.

Электрическое замыкание на землю - случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или нетоковедущими проводящими конструкциями или предметами, не изолированными от земли.

Основными причинами поражения электрическим током являются воздействие электрического тока, проходящего в сварочной цепи, соприкосновение с открытыми токоведущими частями и проводами (случайное, не вызванное производственной необходимостью, или вследствие ошибочной подачи напряжения во время ремонтов и осмотров); прикосновение к токоведущим частям, изоляция которых повреждена, касание токоведущих частей через предметы с низким сопротивлением изоляции, прикосновение к металлическим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением (в результате отсутствия или повреждения защитных устройств), соприкосновение со строительными деталями конструкций, случайно оказавшимися под напряжением, и др.

Опасность поражения электрическим током создают источники сварочного тока, электрический привод (включая пускорегулирующую аппаратуру), электрооборудование подъемно-транспортных устройств, электрифицированный транспорт, высокочастотные и осветительные установки, электрические ручные машины и т. д.

Действие электрического тока на организм человека может вызвать различные электрические травмы (электрический ожог, металлизацию кожи, электрический знак) и электрический удар.

Электрический ожог может причинить электрическая дуга (дуговой ожог) или контакт с токоведущей частью (токовый ожог) за счет преобразования энергии электрического тока в тепловую.

Металлизация кожи происходит в результате механического и химического воздействия тока, когда парообразные или расплавленные металлические частицы проникают вглубь кожи и пораженный участок приобретает жесткую поверхность.

Электрический знак - следствие теплового воздействия при протекании тока относительно большой величины через малую поверхность с относительно большим сопротивлением при температуре 50-115° С и хорошем контакте, в результате чего возникают запекшиеся или обуглившиеся участки кожи либо припухлость ее, а также отпечаток от прикосновения токоведущей части.

Электрический удар приводит к возбуждению живых тканей организма и сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц при прохождении через тело человека электрического тока.

Электроофтальмия приводит к воспалению наружных оболочек глаз, возникающему в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги.

Электрический ток воздействует на нервную систему. Такое воздействие выражается очень резко, так как при прохождении через организм электрический ток поражает огромное количество чувствительных нервов. Существенное влияние оказывает действие электрического тока на скелетную мускулатуру, вызывая судорогу, и особенно на сердце, вызывая фибрилляцию его (отдельные некоординированные «подергивания» волокон сердечной мышцы). При этом насосная функция сердца прекращается и может наступить смерть.

Причиной смерти, кроме фибрилляции, может быть остановка дыхания или ожог.

Степень тяжести поражения человека электрическим током зависит от следующих факторов: сопротивления тела, величины, длительности действия, рода и частоты тока; пути тока в организме, состояния организма и условий внешней среды.

Для устранения возможного поражения персонала электрическим током все электросварочные работы должны выполняться только при наличии индивидуальных и групповых средств защиты, способных предотвратить отрицательное воздействие электрического тока на организм. Все средства защиты можно разделить на три типа: изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства предотвращают прохождение электричества через организм человека даже при непосредственном контакте с токоведущей поверхностью. Они в свою очередь подразделяются на основные и дополнительные. Основные изолирующие средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими

разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К таким средствам относятся: диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолированными рукоятками и токоискателями. Дополнительные изолирующие средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от напряжения током. К таким средствам относятся: резиновая обувь, коврики и изолирующие подставки. Резиновую обувь и коврики как дополнительные средства защиты применяют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств. Следует помнить, что дополнительные средства должны применяться в комплекте с основными, сами по себе они не способны защитить человека от электричества.

Ограждающие средства защиты предназначены: для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения-щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций (предупредительные плакаты); для временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающих током при случайном появлении напряжения (временные защитные заземления).

Вспомогательные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий (защитные очки, специальные рукавицы и т. п.).

К техническим средствам защиты относят *защитное заземление, защитное зануление и защитное отключение* электросварочных установок и постов, малое напряжение менее 42 В (например, для переносных светильников напряжение питания – 12 В), двойная изоляция, контроль и профилактика изоляции.

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетокведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Назначение защитного заземления - устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, то есть при замыкании на корпус. Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием фазы на корпус. Область применения защитного заземления - трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. На (рис. 4.1) представлена принципиальная схема защитного заземления в сети с изолированной нейтралью.

Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные - находящиеся в земле металлические предметы.

В качестве искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 3-5 см и угловую сталь размером 40х40 до 60х60 мм длиной 2,5-3 м, стальные прутки диаметром 10-12 мм.

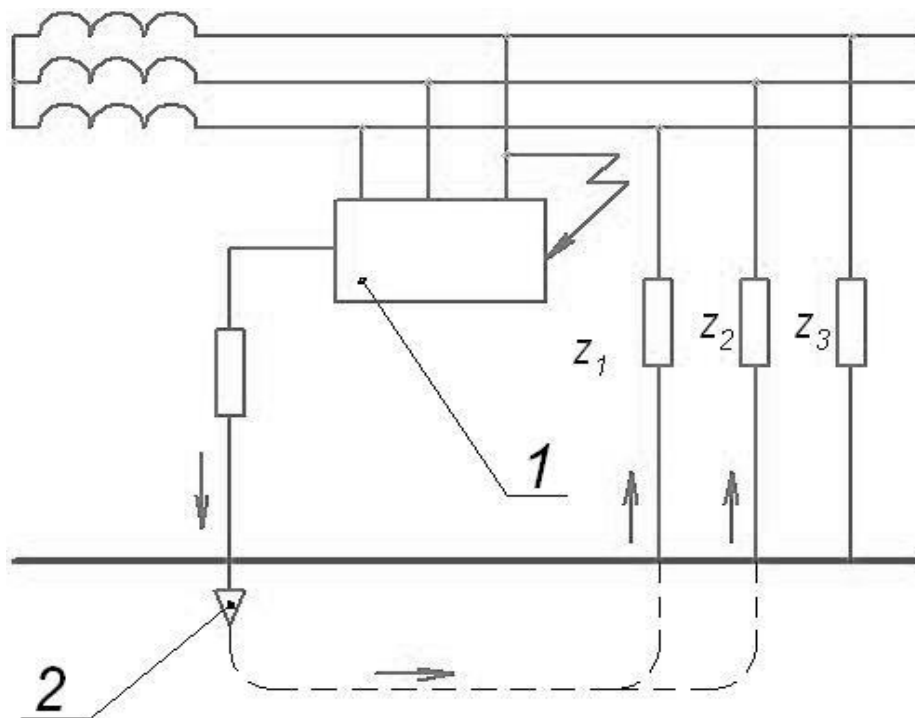


Рис. 4.1. Принципиальная схема защитного заземления в сети с изолированной нейтралью:

1 – заземленное оборудование; *2* – заземлитель защитного заземления

Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода используют полосовую сталь сечением не менее 4х12 мм или сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

В качестве естественных заземлителей применяют проложенные в земле металлические трубы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии.

Защитное зануление - преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (рис. 4.2). Назначение защитного зануления - аналогично с назначением защитного заземления. Область применения защитного зануления - трехфазные четырехпроводные сети с напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью. На (рис. 4.2) представлена принципиальная схема защитного зануления в сети с глухозаземленной нейтралью.

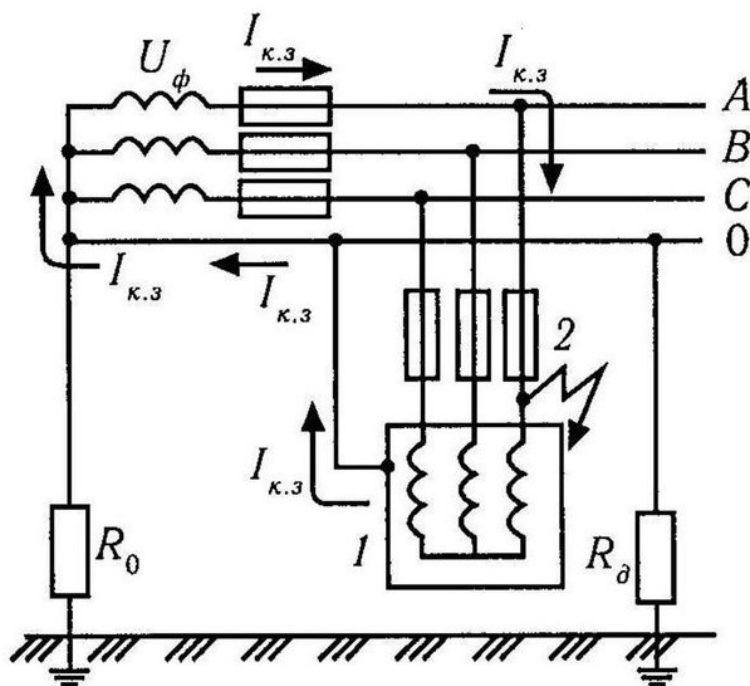


Рис. 4.2. Принципиальная схема защитного зануления в сети с заземленной нейтралью

Принцип действия зануления - превращение пробоя 2 на корпус 1 в однофазное короткое замыкание (то есть замыкание между фазным и нулевым проводами) с целью создания большого тока, способного обеспечить срабатывание защиты и, тем самым, автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети. В качестве защиты в занулении применяются плавкие предохранители или автоматические выключатели, устанавливаемые перед потребителями энергии для защиты от токов короткого замыкания. Скорость отключения поврежденной установки, а именно время с момента появления напряжения на корпусе до момента отключения установки от питающей электросети, регламентируется «Правилами устройства электроустановок» и представлена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения

Номинальное фазное напряжение U_0 , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Защитное отключение - быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током (рис. 4.3). Основными частями устройства защитного отключения (УЗО) являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

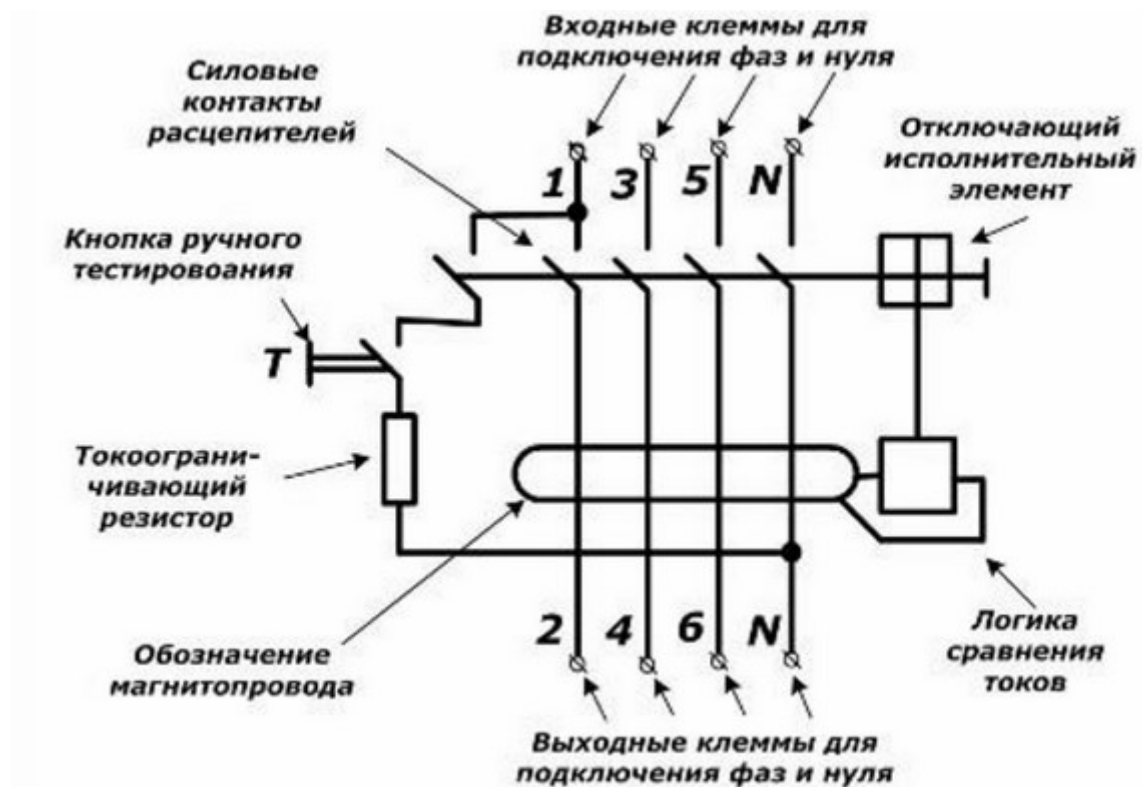


Рис. 4.3. Схема подключения четырехполюсного УЗО для защиты трехфазной схемы

Прибор защитного отключения - совокупность отдельных элементов, которые реагируют на изменение какого-либо параметра электрической сети и дают сигнал на отключение автоматического выключателя. Такой совокупностью элементов является датчик - устройство, воспринимающее изменение параметра и преобразующее его в соответствующий сигнал.

Автоматический выключатель - устройство, служащее для включения и отключения цепей, находящихся под нагрузкой. При пробое фазного провода на защищаемый корпус он должен отключать цепь автоматически при поступлении сигнала от прибора защитного отключения.

4.1.2. Меры обеспечения электробезопасности

Условия безопасной работы сварщика изложены в ГОСТ 12.3.003-86 [10], а также в «Правилах устройства электроустановок». В них указываются требования к производственным помещениям, к организации рабочих мест, к размещению и подключению источников, а также к персоналу. В соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» сварщики относятся к группе II по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки. Для лиц с группой II обязательны элементарное техническое знакомство с электроустановками, отчетливое представление об опасности электрического тока, знание ос-

новых мер предосторожности при работе, практические навыки оказания первой помощи пострадавшим.

К работам по эксплуатации и обслуживанию источников сварщик допускается после инструктажа на конкретном оборудовании и проверки знаний. Работы, связанные с подключением и ремонтом источников, сварщику запрещены. Этим занимается электромонтер с более высокой III группой по электробезопасности.

Одной из причин электротравматизма при сварке является поражение сварщика высоким входным напряжением сети. В частности, высокий потенциал может появиться на металлическом кожухе или в сварочной цепи при повреждении изоляции входной цепи. В этом случае при одновременном касании земли и кожуха тело сварщика окажется включенным в цепь с высокой разностью потенциалов. Такую ситуацию должно предотвратить защитное заземление. Внешний защитный провод соединяет кожух с землей, поэтому разность потенциалов между ними близка к нулю даже при описанной аварийной ситуации. Обязательно также заземление зажима сварочной цепи, соединенного со свариваемым изделием. Не допускается последовательное включение в защитный провод кожухов нескольких источников. Недопустимо использование сварочного провода, подключаемого к изделию, в качестве защитного, так же, как и использование для заземления металлоконструкций зданий и трубопроводов.

Иногда вместо заземления используется защитное зануление, то есть соединение кожуха с нулевым проводом питающей трехфазной сети. В этом случае при попадании высокого напряжения на кожух образуется цепь короткого замыкания «фаза-кожух-нулевой провод», что приводит к срабатыванию защиты и отключению источника от сети.

В процессе эксплуатации исправного источника возможно поражение сварщика низким (сварочным) напряжением, типично поражение напряжением холостого хода.

Специальные меры принимаются при эксплуатации источника в средах с повышенной опасностью поражения электрическим током. Такими считают места: сырые, в частности при работе на открытом воздухе, где вероятно выпадение атмосферных осадков; влажные, где относительная влажность длительное время превышает 75 %; горячие, где пот и влажность снижают как сопротивление кожи сварщика, так и изолирующие свойства сварочных принадлежностей; стесненные, поскольку из-за ограниченной свободы движения сварщик может касаться токоведущих деталей незащищенными участками тела, например, при сварке внутри металлических сосудов. У таких источников, как отмечено ранее, ограничивают напряжение холостого хода, или их комплектуют специальными устройствами снижения напряжения холостого хода. Это дает право на маркиро-

вание источника символом *S* (*safety* - безопасно). Сравнительно высокое напряжение холостого хода до 141 В источников для механизированной сварки по окончании сварки должно автоматически сниматься. При плазменной резке допускается еще более высокое напряжение: при ручной резке до 180 В, при полуавтоматической - до 300 В, при автоматической - до 500 В. Но это разрешение сопровождается дополнительными ограничениями - отключение источника при снятом плазмотроне, невозможность касания сопла в процессе резки, уменьшение напряжения ниже 68 В по окончании процесса и т. д.

Токоведущие части электрододержателей должны иметь надежную изоляцию сопротивлением не менее 5 МОм для предотвращения их случайного непосредственного контакта со свариваемым изделием или руками сварщика. Изоляция рукоятки должна выдерживать без пробоя испытательное напряжение 1500 В частотой 50 Гц в течение 1 мин.

Для зачистки швов и удаления шлака применяют проволочные щетки - ручные и с электроприводом. Для подвода тока к сварочной дуге должен применяться специальный сварочный гибкий провод (кабель) с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке, сечение которого должно соответствовать максимальному сварочному току. Запрещается применение проводов в изоляции или в оболочке из полимерных материалов, распространяющих горение.

Электрододержатель снабжают гибким изолированным резиновым проводом, сплетенным из большого числа отоженных и облуженных медных проволок диаметром 0,18...0,2 мм. Применять провод длиной более 30 м нецелесообразно вследствие значительного падения напряжения в сварочной цепи. Все работы по установке, ремонту и наблюдению за электросварочными аппаратами должен выполнять электромонтер, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей. Подключать электросварочный аппарат к источнику питания, заменять предохранители и производить ремонт электросварочной установки сварщику запрещается. Все электросварочное оборудование должно быть в защищенном исполнении, а вращающиеся части сварочных генераторов необходимо оборудовать ограждениями. Органы управления электросварочными аппаратами (рубильники, пакетные выключатели, кнопки, пускатели и другие) должны иметь надежные фиксаторы или ограждения, предотвращающие их самопроизвольное или случайное включение (отключение). Для присоединения заземляющего провода на корпусе электросварочного аппарата, в доступном месте, необходимо установить болт диаметром 5...8 мм, и снабдить его надписью: «Земля». Над клеммами сварочных трансформаторов должны быть козырьки и надписи: «Высокая

сторона» и «Низкая сторона». Схема правильного подключения сварочных трансформаторов к сети приведена на рис. 4.4.

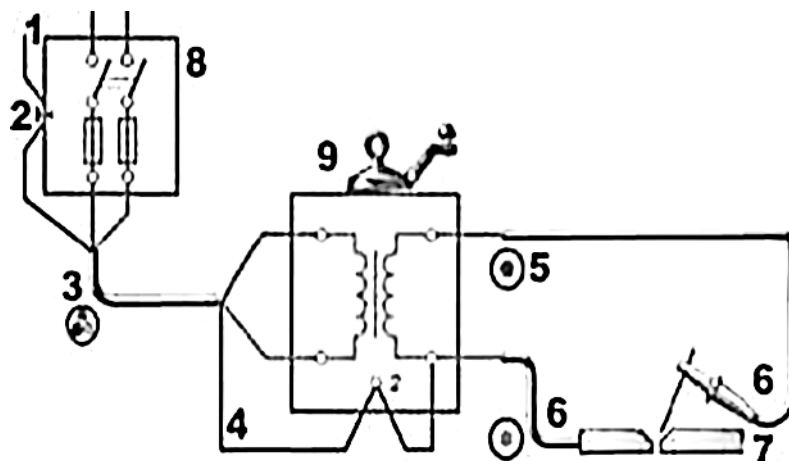


Рис. 4.4. Правильное подключение к сети сварочного оборудования:

1 - нулевой провод; 2 - заземляющий болт; 3 - питающий шланговый 3-х жильный провод; 4 - заземляющая жила; 5 - шланговый одножильный провод; 6 - электрододержатель; 7 - свариваемое изделие; 8 – рубильник; 9 - сварочный трансформатор

Для защиты от перехода тока высокого напряжения на низкую сторону нужно заземлять и вторичную обмотку сварочного трансформатора.

Необходимо принимать меры против повреждения изоляции на проводах (кабелях) и исключать их соприкосновение с водой, маслом, стальными канатами, шлангами с горючими газами и горячими трубопроводами. Применение электросварочных проводов с поврежденной оплеткой или изоляцией запрещается. Если нет возможности заменить поврежденный провод, то необходимо заключить его в резиновый шланг.

Длина проводов между питающей сетью и передвижными сварочными аппаратами не должна превышать 10 м, причем провода следует защищать от механического повреждения.

Для подвода тока от источника сварочного тока к электрододержателю установки ручной дуговой сварки (резки, наплавки) или к дуговой плазменной горелке прямого действия установки плазменной резки (сварки) должен применяться сварочный гибкий провод с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке. Применение проводов с изоляцией или в оболочке из полиэтилена и других полимерных материалов, распространяющих горение, не допускается.

Электрические проводки установок и аппаратов, предназначенных для дуговой сварки ответственных конструкций: судовых секций, несущих конструкций здания, мостов, летательных аппаратов, подвижного состава железных дорог и других средств передвижения, сосудов, котлов и трубопроводов на давление более 5 МПа (50 кгс/см²), трубопроводов для

токсичных веществ и прочего – должны быть выполнены проводами с медными жилами.

Электросварочный аппарат необходимо регулярно, не реже одного раза в месяц, проверять на:

- отсутствие замыкания на корпус;
- целостность заземляющего провода;
- исправность изоляции питающих проводов (сопротивление изоляции должно составлять не менее 0,5 МОм);
- отсутствие оголенных токоведущих частей;
- отсутствие замыкания между обмотками высокого и низкого напряжения.

При поражении электрическим током необходимо:

- срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и другое), после чего положить его на теплую подстилку и по возможности согреть;
- немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5 - 6 мин может привести к непоправимым последствиям;
- при бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды, очистить рот от посторонних предметов (включая съемные зубные протезы), принять меры против западания языка и немедленно приступить к искусственному дыханию, продолжая его до прибытия врача или восстановления нормального дыхания.

4.1.3. Электробезопасность при ручной дуговой сварке

Электросварочные установки с источниками постоянного или переменного сварочного тока, предназначенные для сварки в особо опасных условиях (внутри металлических емкостей, в колодцах, туннелях, в котлах, отсеках судов и т. п.) или для работы в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, должны иметь устройства автоматического отключения напряжения холостого хода при разрыве сварочной цепи или его ограничения до безопасного в данных условиях значения (рис. 4.5).

Работы в таких условиях сварщик должен выполнять под контролем двух наблюдающих, один из которых должен иметь группу II по электробезопасности. Наблюдающие должны находиться снаружи и контролировать безопасное проведение работ сварщиком. На сварщике должен быть предохранительный пояс с канатом, конец которого должен находиться у наблюдающего.

Запрещается производить сварочные работы на закрытых сосудах, находящихся под давлением (трубопроводы, котлы, баллоны и т. п.), и сосудах, содержащих воспламеняющиеся или взрывоопасные вещества.

Также запрещается электросварка и резка бочек, баков, цистерн, резервуаров и других емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и газов без предварительной тщательной очистки, пропаривания этих емкостей и удаления из них газов вентилированием. Над переносными и передвижными электросварочными установками, находящимися на открытом воздухе, должны быть сооружены навесы из несгораемых материалов для защиты рабочего места сварщика и электросварочного оборудования от атмосферных осадков.

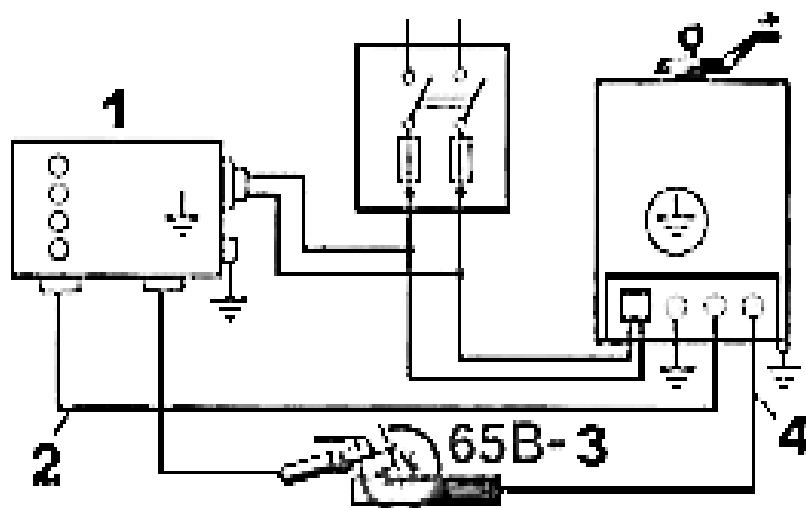


Рис. 4.5. Подключение ограничителя напряжения холостого хода:

1 - блок ограничителя; 2 - сварочный кабель; 3 - напряжение при зажигании дуги;
4 - обратный провод

Благодаря ограничителю при разрыве сварочной цепи (например, при замене электрода) на электрододержатель подается безопасное напряжение 12 В.

Присоединение сварочного кабеля осуществляется через специальные устройства (рис. 4.6).

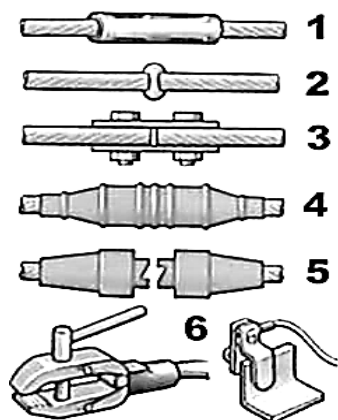


Рис. 4.6. Присоединение сварочного кабеля:

1 -опрессовка; 2 - пайка на сварке; 3 - специальные зажимы. **Муфты:** 4 – неразъемная; 5 – разъемная; 6 - токоподводящие зажимы для присоединения обратного провода

Навесы допускается не сооружать, если электрооборудование электросварочной установки имеет оболочки со степенью защиты, соответствующей условиям работы в наружных установках, и во время дождя и снегопада электросварочные работы будут прекращаться.

Присоединение к сети и отсоединение от сети источников сварочного тока и наблюдение за их исправным состоянием при эксплуатации должен выполнять электротехнический персонал предприятия, где числится данная сварочная установка, с группой по электробезопасности не ниже III, а также электросварщик, если он прошел обучение и сдал экзамен на получение удостоверения на группу III по электробезопасности.

Измерение сопротивления изоляции электросварочных установок производится после длительного перерыва в их работе, после перестановки оборудования, но не реже одного раза в шесть месяцев.

Ответственность за эксплуатацию сварочного оборудования, выполнение графика технического обслуживания и ремонта, безопасное ведение сварочных работ определяются должностными инструкциями и утверждаются руководителем предприятия. При наличии на предприятии должности главного сварщика или главного механика данная ответственность возлагается на них. Электросварочное оборудование закрепляется за электросварщиком под роспись.

4.1.4. Требования электробезопасности к оборудованию

Электросварочные установки представляют собой совокупность функционально связанных между собой специальных электросварочных и общего назначения электротехнических и механических элементов, а также кабельных линий, электропроводок, токопроводов для внешних соединений этих элементов. Все устройства, используемые для электросварочных установок, должны быть изготовлены согласно утвержденной в установленном порядке технической документации и соответствовать действующим стандартам.

Оборудование электросварочных установок должно иметь исполнение, соответствующее условиям окружающей среды. Конструкция и расположение этого оборудования, ограждений и блокировок должны не допускать возможности его механического повреждения, а также случайных прикосновений к вращающимся или находящимся под напряжением частям. Исключение допускается для электрододержателей установок ручной дуговой сварки, резки и наплавки, а также для мундштуков, горелок для дуговой сварки и других деталей, находящихся под сварочным напряжением. Размещение оборудования электросварочных установок, его узлов и механизмов, а также органов управления должно обеспечивать свободный, удобный и безопасный доступ к ним. Кроме того, расположе-

ние органов управления должно обеспечивать возможность быстрого отключения оборудования и остановки всех его механизмов.

В качестве источников сварочного тока должны применяться только специально для этого предназначенные и удовлетворяющие требованиям действующих стандартов сварочные трансформаторы или преобразователи статические, или двигатель-генераторные с электродвигателями или двигателями внутреннего сгорания. Питание сварочной дуги электрошлаковой ванны и контактной сварки непосредственно от силовой, осветительной или контактной электрической сети не допускается.

Схема включения нескольких источников сварочного тока при работе их на одну сварочную дугу, электрошлаковую ванну или сопротивление контактной сварки должна исключать возможность возникновения между изделием и электродом напряжения, превышающего наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

Электрическая нагрузка нескольких однофазных источников сварочного тока должна по возможности равномерно распределяться между фазами трехфазной сети.

Напряжение первичной цепи электросварочной установки должно быть не выше 660 В, эта цепь должна содержать коммутационный (отключающий) и защитный электрические аппараты (аппарат). Сварочные цепи не должны иметь электрических соединений с цепями, присоединяемыми к сети (в том числе с питаемыми от сети обмотками возбуждения генераторов преобразователей).

Электросварочные установки с многопостовым источником сварочного тока должны иметь устройство (автоматический выключатель, предохранители) для защиты источника от перегрузки, а также коммутационный и защитный электрические аппараты (аппарат) на каждой линии, отходящей к сварочному посту.

Для определения значения сварочного тока электросварочная установка должна иметь измерительный прибор. Электросварочная установка с однопостовым источником сварочного тока может не иметь измерительного прибора при наличии в источнике сварочного тока шкалы на регуляторе тока.

Переносные и передвижные электросварочные установки (кроме автономных) следует присоединять к электрическим сетям непосредственно кабелем или кабелем через троллеи. Длина троллейных проводников не нормируется, их сечение должно быть выбрано с учетом мощности источника сварочного тока.

Присоединение переносной или передвижной электросварочной установки непосредственно к стационарной электрической сети должно осуществляться с использованием коммутационного и защитного аппара-

тов (аппарата) с разъёмными или разборными контактными соединениями. Обязательно наличие блокировки, исключающей возможность размыкания и замыкания этих соединений, присоединения (отсоединения) жил кабельной линии (проводов) при включенном положении коммутационного аппарата. Кабельная линия первичной цепи переносной (передвижной) электросварочной установки от коммутационного аппарата до источника сварочного тока должна выполняться переносным гибким шланговым кабелем с алюминиевыми или медными жилами, с изоляцией и в оболочке (шланге) из не распространяющей горение резины или пластмассы. Источник сварочного тока должен располагаться на таком расстоянии от коммутационного аппарата, при котором длина соединяющего их гибкого кабеля не превышает 10-15 м.

Сварочные автоматы или полуавтоматы с дистанционным регулированием режима работы источника сварочного тока рекомендуется оборудовать двумя комплектами органов управления регулирующими устройствами (рукояток, кнопок и тому подобного), устанавливаемых один у источника сварочного тока и второй на пульте или щите управления сварочным автоматом или полуавтоматом. Для возможности выбора вида управления регулятором (местного или дистанционного) должен быть установлен переключатель, снабженный механическим замком (с ключом).

Если двери (дверцы) шкафов и корпусов сварочного оборудования (машин), содержащих неизолированные токоведущие части, находящиеся под напряжением выше 42 В переменного или выше 110 В постоянного тока, не имеют блокировки, обеспечивающей снятие напряжения при их открывании, то эти двери (дверцы) должны быть оборудованы замками со специальными ключами.

В электросварочных установках кроме заземления (зануления) корпусов и других металлических нетоковедущих частей оборудования должно быть предусмотрено заземление одного из зажимов (выводов) вторичной цепи источников сварочного тока: сварочных трансформаторов, статических преобразователей и тех двигатель-генераторных преобразователей, у которых обмотки возбуждения генераторов присоединяются к электрической сети без разделительных трансформаторов.

В электросварочных установках, в которых дуга горит между электродом и электропроводящим изделием, следует заземлять (занулять) зажим вторичной цепи источника сварочного тока, соединяемый проводником (обратным проводом) с изделием.

Сварочное электрооборудование для присоединения, заземляющего (зануляющего) проводника должно иметь болт (винт, шпильку) и вокруг него контактную площадку, расположенную в доступном месте, с надписью "Земля" (или с условным знаком заземления по ГОСТ 21130-75).

Конденсаторы, используемые в электросварочных установках в целях накопления энергии для сварочных импульсов, должны иметь устройство для автоматической разрядки при снятии защитного кожуха или при открывании дверей шкафов, в которых установлены конденсаторы.

При водяном охлаждении элементов электросварочных установок должна быть предусмотрена возможность контроля за состоянием охлаждающей системы применением воронок для стока воды или струйных реле. В системах водяного охлаждения автоматов (полуавтоматов) рекомендуется использовать реле давления, струйные или температуры (два последних применяются на выходе воды из охлаждающих устройств) с работой реле на сигнал. Если прекращение протока или перегрев охлаждающей воды может привести к аварийному повреждению оборудования, должно быть обеспечено автоматическое отключение установки.

В системах водяного охлаждения, в которых возможен перенос по трубопроводам потенциала, опасного для обслуживающего персонала, должны быть предусмотрены изолирующие шланги. Расположение разъемных соединений и шлангов системы водяного охлаждения должно исключать возможность попадания струи воды на электрооборудование (источник сварочного тока или другое) при снятии или повреждении шлангов.

Машины контактной сварки методом сопротивления и контактной сварки оплавлением должны быть оборудованы ограждающими устройствами (предохраняющими обслуживающий персонал от выплесков металла и искр и позволяющими безопасно вести наблюдение за процессом сварки), а также устройствами для интенсивной местной вытяжной вентиляции.

4.1.5. Установки электрической сварки (резки, наплавки) плавлением

В электросварочных установках с переносными и передвижными сварочными трансформаторами обратный провод должен быть изолированным так же, как и прямой провод, присоединяемый к электрододержателю. Соединение между собой отдельных элементов, используемых в качестве обратного провода, должно выполняться сваркой или с помощью болтов, струбцин, зажимов.

Электрододержатели для ручной дуговой сварки и резки металлическим и угольным электродами должны удовлетворять требованиям действующих стандартов.

Напряжение холостого хода источника сварочного тока установок дуговой сварки при номинальном напряжении сети не должно превышать для источников переменного тока при ручной и полуавтоматической дуговой сварке 80 В (действующее значение), при автоматической дуговой

сварке 140 В, для источников постоянного тока (среднее значение) 100 В. В цепи сварочного тока генераторов допускаются кратковременные пики напряжения при обрыве дуги длительностью не более 0,5 с.

Для возбуждения дуги в установках дуговой сварки (резки) без предварительного замыкания сварочной цепи между электродом и свариваемым изделием и повышения стабильности горения дуги допускается применение преобразователей повышенной частоты (осцилляторов).

Для повышения устойчивости горения дуги переменного тока допускается применение в установках дуговой сварки (резки) импульсных генераторов, резко поднимающих напряжение между электродом и свариваемым изделием в момент повторного возбуждения дуги. Импульсный генератор не должен увеличивать напряжение холостого хода сварочного трансформатора более чем на 1 В (действующее значение).

Электродвигатель переменного тока подвижной сварочной головки сварочных автоматов и полуавтоматов должен получать питание только через понижающий трансформатор со вторичной обмоткой напряжением не выше 42 В, электрически изолированной от первичной обмотки. Один из выводов вторичной цепи такого трансформатора должен быть наглухо заземлен. Корпус электродвигателя допускается при этом не заземлять. Номинальное напряжение электродвигателя постоянного тока не должно превышать 110 В.

В стационарных автоматах с неподвижной сварочной головкой допускается питание электродвигателя переменного тока непосредственно от сети напряжением 220 или 380 В и электродвигателя постоянного тока от сети 220 и 440 В при обязательном заземлении их корпусов, которые должны быть электрически изолированы от токоведущих частей, гальванически связанных с электродом.

Напряжение холостого хода источников сварочного тока установок плазменной обработки при номинальном напряжении сети не должно превышать для установок автоматической резки 500 В, для установок полуавтоматической резки или напыления 300 В, для установок ручной резки, сварки или наплавки 180 В.

Установки для автоматической плазменной резки должны иметь блокировку, исключающую шунтирование замыкающих контактов в цепи питания обмотки коммутационного аппарата без электрической дуги.

Управление процессом механизированной плазменной резки должно быть дистанционным. Напряжение холостого хода на дуговую головку до появления "дежурной" дуги должно подаваться коммутационным аппаратом при включении кнопки "Пуск", не имеющей самоблокировки. Кнопка "Пуск" должна блокироваться автоматически после возбуждения "дежурной" дуги.

Источники питания сварочным током электронных пушек установок электронно-лучевой сварки должны иметь разрядник, установленный между выводом положительного полюса выпрямителя и его заземленным корпусом. Кроме того, для предотвращения пробоев изоляции цепей низшего напряжения установки и изоляции электрической сети, к которой установка присоединяется, вызванных наведенными зарядами в первичных обмотках повышающих трансформаторов, между выводами первичной обмотки и землей должны включаться конденсаторы.

Электронно-лучевые установки должны иметь защиту от рентгеновского излучения, обеспечивающую их полную радиационную безопасность, при которой уровень излучения на рабочих местах не должен превышать допустимого действующими нормативами для лиц, не работающих с источниками ионизирующих излучений.

4.2. Организация рабочего места сварщика

Сварочный пост дуговой сварки (рис. 4.7) – место производства сварочных работ – оснащается в зависимости от вида сварочных работ, выбранной технологии сварки и ряда других факторов. Площадь отдельного помещения для электросварочных установок должна быть не менее 10 м^2 , причем площадь, свободная от оборудования и материалов, должна составлять не менее 3 м^2 на каждый сварочный пост.

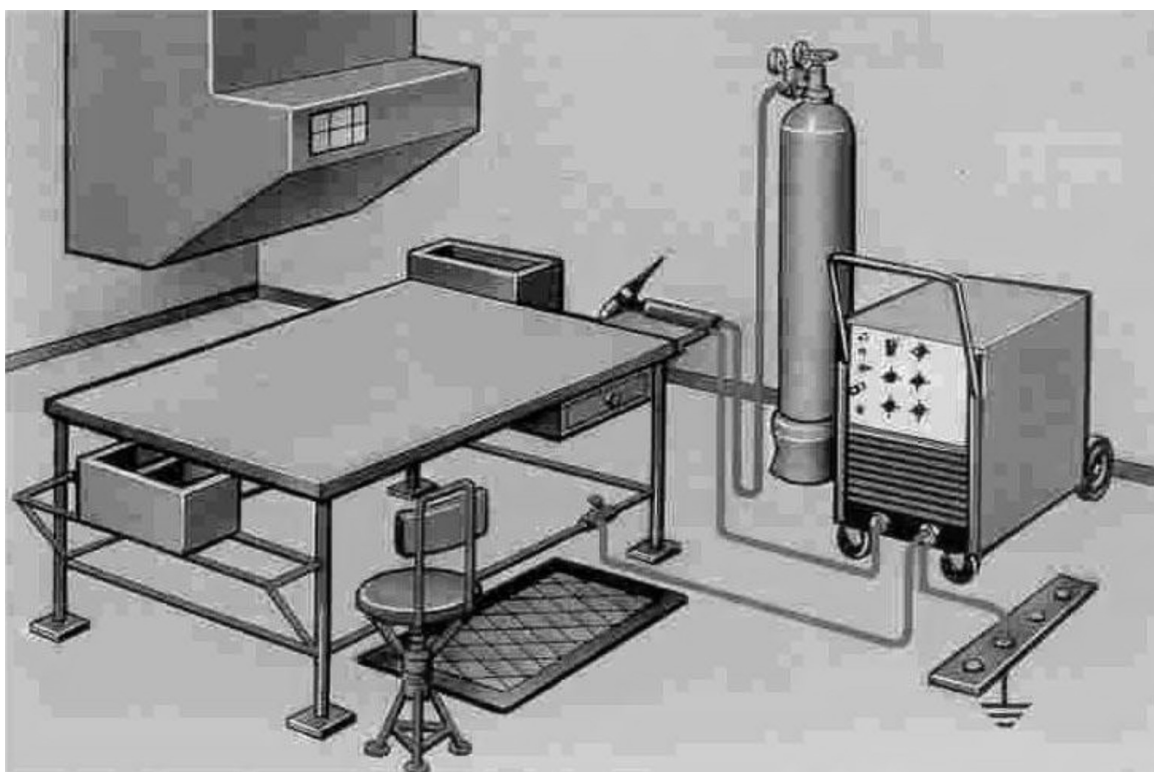


Рис. 4.7. Общий вид сварочного поста

На заводах, как правило, сварочные посты (рис. 4.8) размещают в помещениях со стенами из негорючих материалов. Проходы в этих помещениях должны быть не менее 0,8 м. Площадь отдельного помещения для электросварочных установок должна быть не менее 10 м^2 каждая, причем площадь, свободная от оборудования, должна составлять не менее 3 м^2 на каждый сварочный пост. Кабину отгораживают перегородками, а вход закрывают занавесками, пропитанными огнестойким составом. Высота стенок кабины должна быть не менее 2 м, зазор между стенками и полом - 50 мм, а при сварке в среде защитных газов – 300 мм. Для предотвращения разлета раскаленных частиц указанный зазор должен быть огражден сеткой из негорючего материала с размером ячеек не более $1 \times 1 \text{ мм}$.

В случае движения над кабиной мостового крана верх кабины должен быть закрыт сеткой с ячейками не более $50 \times 50 \text{ мм}$. Выполнение работ на сварочных постах при несистематической ручной дуговой сварке, сварке под флюсом и электрошлаковой сварке допускается непосредственно в пожароопасных помещениях при условии ограждения места работы щитами или занавесами из негорючих материалов высотой не менее 1,8 м.

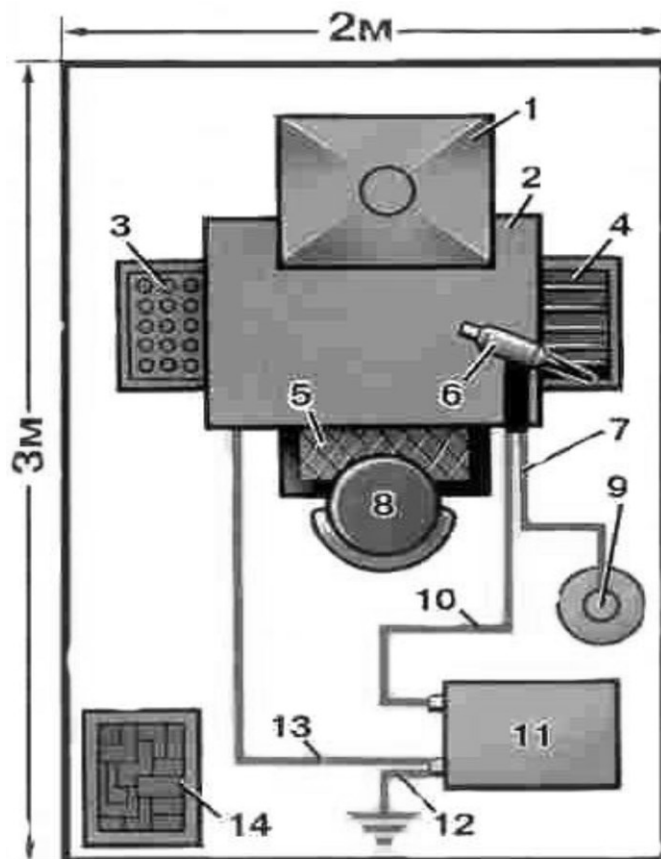


Рис. 4.8. План схема рабочего места сварщика:

- 1 – вентиляция; 2 – рабочий стол; 3 – ящик для электродов; 4 – ящик для деталей; 5 – диэлектрический коврик; 6 – горелка; 7 – газовый рукав; 8 – стул; 9 – газовый баллон; 10 – прямой провод; 11 – источник питания дуги; 12 – заземление; 13 – обратный провод; 14 – ящик для отходов

При сварке громоздких деталей и крупногабаритных сварных конструкций сварочные посты развертывают открыто в цехе, на монтажно-строительной площадке, на магистральной трассе. При этом рабочее место по возможности огораживают защитными щитами или ширмами. Электросварочные установки при систематической сварке на них изделий массой более 20 кг должны быть оборудованы соответствующими подъемно-транспортными устройствами для облегчения установки и транспортировки свариваемых изделий.

Основное оборудование сварочного поста состоит из источника питания дуги, сварочных проводов, электрододержателя и различных приспособлений, необходимых для закрепления свариваемых деталей. При размещении поста в кабине устанавливают металлический стол с массивной чугунной или стальной крышкой площадью в 1 м^2 , на которой производят сварочные работы, и винтовой стул с откидной спинкой. Кабина должна иметь местную вытяжную вентиляцию и заземляющий провод. В условиях строительно-монтажной площадки при отсутствии заземляющей шины или иного заземляющего устройства применяют искусственное заземление.

Помещения, в которых выполняются сварочные и газорезательные работы, должны сооружаться из огнестойкого материала, хорошо освещаться естественным и искусственным светом и обеспечиваться хорошей общей, а при необходимости и местной вытяжкой или приточно-вытяжной вентиляцией.

В зимнее время приточная вентиляция должна подавать в помещение подогретый воздух. Необходимо, чтобы вытяжная вентиляция при дуговой сварке удаляла $1200\text{-}2000 \text{ м}^3$ загрязненного воздуха на 1 кг расходуемых электродов, а при газовой сварке и резке – $1000\text{-}5000 \text{ м}^3$ загрязненного воздуха на 1 м^3 расходуемого горючего газа. Площадь, занимаемая одним сварочным постом, должна быть не менее 4 м^2 , ширина проходов между постами – не менее 1 м .

В помещениях, где выполняются сварочные работы, не должны храниться горючие вещества (бензин, керосин и др.). Запрещается сваривать изделия, находящиеся под давлением, а также ремонтировать сваркой тару из-под легковоспламеняющихся материалов без предварительной промывки или очистки ее. Тару из-под горючих жидкостей промывают водным раствором каустической соды или тринатрийфосфата, сосуды продувают острым паром или кипятят. Вместо промывки и очистки поврежденные сосуды можно заполнить отработанным автомобильным и тракторным газом, не содержащим кислорода. Этот газ вытесняет из сосуда воздух вместе с находящимися в нем парами горючего, благодаря чему предотвращается возможность взрыва при сварке.

Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью темных стен (кабины) последние должны быть окрашены в светлые тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в краску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги, падающих на стены. При работе вне кабины для защиты зрения окружающих, работающих сварщиков и вспомогательных рабочих должны применяться переносные щиты и ширмы.

Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах и в помещении сварщики должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, подколениками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Проходы между однопостовыми источниками сварочного тока - преобразователями (статическими и двигатель-генераторными) установок сварки (резки, наплавки) плавлением - должны быть шириной не менее 0,8 м, между многопостовыми - не менее 1,5 м, расстояние от одно- и многопостовых источников сварочного тока до стены должно быть не менее 0,5 м. Проходы между группами сварочных трансформаторов должны иметь ширину не менее 1 м. Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими рядом в одной группе, должно быть не менее 0,1 м, между сварочным трансформатором и ацетиленовым генератором - не менее 3 м. Сварочные провода следует располагать от трубопроводов кислорода на расстоянии не менее 0,5 м, а от трубопроводов ацетилена и других горючих газов - не менее 1 м.

Регулятор сварочного тока может устанавливаться рядом со сварным трансформатором или над ним. Установка сварочного трансформатора над регулятором тока не допускается.

Проходы с каждой стороны стеллажа для выполнения ручных сварочных работ на крупных деталях или конструкциях должны быть шириной не менее 1 м. Столы для мелких сварочных работ могут примыкать с одной стороны непосредственно к стене кабины; проходы с других сторон стола должны быть не менее 1 м. Кроме того, в сварочной мастерской должны быть предусмотрены проходы, ширина которых устанавливается в зависимости от числа работающих, но не менее 1 м.

Проходы с каждой стороны установки автоматической дуговой сварки под флюсом крупных изделий, а также установок дуговой сварки в защитном газе, плазменной, электронно-лучевой сварки и сварки световым лучом должны быть шириной не менее 1,5 м.

При сварке в защитных газах, кроме соблюдения мер, общих для всех способов сварки, необходимо учитывать, что углекислый газ и аргон в 1,5-2 раза тяжелее воздуха. Эти газы могут скапливаться в нижней части

отсека, помещения, в связи с чем устройства вытяжной вентиляции нужно устанавливать не только в зоне дыхания сварщика, но и в нижней части помещения. Выбрасывать воздух нужно за пределы рабочих зон. Мощность вытяжной вентиляции на 1 кг наплавленного металла не менее 150 м³/ч.

При сварке меди и ее сплавов, для уменьшения количества вредных аэрозолей и газов, во всех случаях, где это целесообразно, сварку рекомендуется вести неплавящимися электродами.

При электронно-лучевой сварке основная опасность связана с возникновением рентгеновского излучения при торможении пучка электронов на изделии. Оно возникает при ускоряющем напряжении свыше 20 кВ, но устройство камер с толщиной стенок 15-20 мм и применение свинцовистых стекол в окнах наблюдателя устраняет эту опасность.

Технологическая карта, разрабатываемая на сварочные работы, выполняемые любыми методами сварки, должна содержать и указания мер по охране труда, которые учитывают общесоюзные постановления и правила, действующие в данной отрасли промышленности, непосредственно для данного сварочного процесса.

При работе в тесных, плохо проветриваемых местах сварщики должны периодически выходить из отсека для отдыха, их пребывание в отсеке должно подстраховываться подручными.

В монтажных условиях целесообразно размещение сварочного оборудования в комплекте, в специальных контейнерах, расположенных ближе к месту производства работ и легко транспортируемых кранами при смене места работы. Целесообразна также установка оборудования на стационарных энергоплощадках с дистанционным управлением. Эти меры снижают непроизводительные потери времени на различные переходы и уменьшают опасность производственного травматизма.

При механизированных процессах сварки должны соблюдаться все правила, указанные ранее. Кроме того, необходимо обеспечить удобные и безопасные условия труда сварщиков.

1. Сборку и сварку крупногабаритных секций следует выполнять на специализированных местах, постелях, стендах, при этом должны быть обеспечены достаточные проходы с каждой стороны конструкции.

2. При сварке объемных секций на высоте необходимо устраивать леса с расположением сварочного оборудования вне рабочего места сварщика.

3. Все оборудование, которое при неисправном состоянии может оказаться под напряжением, должно иметь индивидуальное заземление с выводом к общему защитному заземлению.

4. Все сварочные установки должны находиться под наблюдением наладчика-монтера. Исправлять дефекты электросварочного оборудования имеет право только монтер-наладчик.

5. При сварке крупногабаритных изделий следует применять защитные щиты-ширмы, ограждающие место сварки со стороны общих проходов.

4.3. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

4.3.1. Причины пожаров в сварочном производстве

Сварочные работы относятся к одним наиболее опасных процедур, выполняемых на промышленном или бытовом объекте, с точки зрения пожарной безопасности. Причины пожаров можно подразделить следующим образом:

а) технические:

- сварочная дуга;
- пламя газовой сварки и резки;
- искры и частицы расплавленного металла, возникающие при электросварке и резке;
- повышенная температура самих изделий, теплопередача металлических конструкций и частей оборудования;
- проведение работ в запрещенных местах (металлические ангары с горючим утеплителем и т.п.);
- техническая неисправность сварочного оборудования и нарушение требований пожарной безопасности при его расстановке.

б) организационные:

- небрежное отношение с открытыми источниками огня,
- неправильное хранение пожароопасных веществ;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- неудовлетворительная подготовка оборудования и рабочего места;
- оставление места производства работ лицом, ответственным за их проведение и выполнение противопожарных мероприятий;
- применение неисправного электрогазосварочного оборудования или неправильное его использование;
- проведение других работ, несовместимых с огневыми.

На строительных площадках, как и в любом другом месте, потенциальную опасность также несет в себе неисправная электрическая проводка. Неправильное обращение с ацетиленовыми генераторами, карбидом кальция, баллонами для сжатых газов может повлечь за собой взрыв. Особенно внимательно нужно относиться к ремонту тары, которая использовалась для хранения горючих жидкостей и сосудов, находящихся под давлением. Пожарная опасность огневых работ характеризуется повышенной зажигательной способностью искр и электрической дуги, а также свойствами применяемых горючих газов (ГГ), легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и кислорода.

Температура сварочных частиц достигает 2100°C , капля при резке металла – 1500°C , электрической дуги, дуги при сварке и резке – 4000°C (температура спички $620\text{--}640^{\circ}\text{C}$, тлеющей сигареты – $420\text{--}460^{\circ}\text{C}$.)

Приведем краткие сведения о горючих газах.

Ацетилен, пропан, бутан – горючие газы. Пределы воспламеняемости в воздухе по объему: ацетилен – нижний – 2,2 %, верхний – 81 %, пропан – 2 – 9,5%, бутан – 1,5 – 8,5%. Применяемые для газовой сварки и резки кислород, ацетилен и другие газы в большинстве случаев находятся в баллонах. Однако нередко ацетилен получают из карбида кальция на месте проведения огневых работ в специальных ацетиленовых генераторах. Этот процесс значительно увеличивает пожарную опасность мест сварки (резки). Пожарная опасность ацетиленовых генераторов возникает при образовании внутри генератора ацетилено-кислородной или ацетилено-воздушной взрывчатой смеси, утечки газа из генератора в помещение, образовании в нем взрывоопасной концентрации ацетилена. Особое внимание надо обращать на состояние водяных затворов. Эксплуатация генераторов без залитого водой предохранительного затвора запрещается. Нельзя применять медные инструменты и проволоку для закрепления на ниппелях, а также при вскрытии барабанов с карбидом, так как при этом могут образовываться взрывоопасные соединения. Следует использовать инструменты и проволоку из бронзы и других сплавов с содержанием меди не более 70%. Все соединительные шланги на редукторе, горелке и генераторе необходимо закреплять специальными хомутиками, а не проволокой. Во время сварки шланги необходимо предохранять от попадания на них искр и брызг расплавленного металла.

Бензин – ЛВЖ с температурой вспышки до 28°C (А-72 температура вспышки минус 27°C , АИ – 92 Т всп. – минус 32°C).

Керосин – ЛВЖ с температурой вспышки более 28°C (КО-20Твсп. – 55°C , КО – 25 Т всп. – 40°C). Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения): пары бензина – нижний – 0,7%, верхний – 6%; пары керосина – 1 – 1,3 %.

Кислород – бесцветный газ без запаха и вкуса, тяжелее воздуха. Кислород не горюч, но является основным газом, поддерживающим горение веществ. Высокоактивен, соединяется с большинством элементов. С горючими газами кислород образует взрывоопасные смеси. При соприкосновении сжатого газообразного кислорода с органическими веществами, маслами, жирами, горючими пластмассами может произойти их возгорание. Кислород способен образовывать смеси с горючими газами или парами жидких горючих веществ, что может привести к взрывам при наличии открытого огня или даже искры. *Нельзя допускать попадания*

масел (жиров) и соприкосновения арматуры кислородных баллонов с промасленными материалами при их хранении и транспортировании.

Статистика и примеры пожаров.

При проведении сварочных и других огневых работ в стране ежегодно возникает 3700-3800 пожаров (1,5-1,6 % от их общего количества в РФ), убыток превышает 200 млн. руб.

Примеры пожаров:

Пожар на дизельной электростанция в поселке Депутатский АО «Якутэнерго», февраль 2011г. При проведении сварочных работ требуемая очистка места проведения огневых работ от пролива ГЖ не выполнена. Часть проемов в полу над лотками (с проложенными там кабелями) оставлены не закрытыми, туда и попала искра. Дизели сгорели. Из поселка эвакуировали 1700 человек.

Пожар на баке - аккумуляторе ГВС Самарской ТЭЦ. Бак ГВС емкостью более 10000 тонн с горючим герметиком АИ-40 был выведен в ремонт со сливом герметика для его замены. При проведении на одном из трубопроводов бака сварочных работ отверстия, сообщающиеся с емкостью бака ГВС, закрыты не были. Искра при сварке трубопровода попала на остатки горючего герметика на стенках бака ГВС и зажгла его. Для ликвидации пожара пришлось заполнить бак ГВС водой. Во время заполнения бака водой, которое длилось более двух часов, пожарные подавали воду на охлаждение бака. По заполнению бака всплывший герметик потушили, подав пену.

Пожар на ТЭЦ-11АО «Мосэнерго». При проведении сварочных работ в ходе ремонта градирни был выставлен пожарный пост, с прокладкой рукавной линии от противопожарного водопровода. В обеденный перерыв место производства огневых работ было оставлено без контроля. В результате залета искры от сварки демонтированные полимерные оросители сгорели.

Пожар на заказе Адмиралтейской верфи. Огневые работы были организованы на верхней палубе строящегося корабля, в то время как на нижней палубе проводились окрасочные работы. В результате пожара погибли два маляра.

4.3.2. Опасные факторы пожара

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей, являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым;
- пониженная концентрация кислорода.

К проявлениям опасных факторов пожара, воздействующих на людей и материальные ценности, относятся:

- осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок;
- электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;
- огнетушащие вещества;
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара: ударная волна, во фронте которой давление превышает допустимое значение; пламя; обрушивающиеся конструкции, оборудование, коммуникации, здания и сооружения и их разлетающиеся части; образовавшиеся при взрыве и (или) выделившиеся из поврежденного оборудования вредные вещества, содержание которых в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимые концентрации.

4.3.3. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара [26]. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д.

Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 4.2. Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в табл. 4.2, от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д). Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании. Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200

м². Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Таблица 4.2

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) 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 взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 - В4 пожароопасность	Горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Примечания. 1. Методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с Приложением А. 2. Отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1 - В4 регламентируется положениями в соответствии с Приложением Б [26].

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены сле-

дующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммированной площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения. Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений. Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения. Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5% суммированной площади всех помещений. Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25% суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения. Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещения, в которых используются процессы сварки, могут быть отнесены к категории Г.

При размещении в помещении участков испытания качества сварочных швов категория может быть изменена (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Определение категории помещения по взрывопожарной опасности на участках испытания качества сварных швов

Участки испытания качества сварных швов	Вещества и материалы, находящиеся (обращающиеся) в помещении	Категория по взрывопожарной и пожарной опасности	Класс взрывоопасной или пожароопасной зоны по ПУЭ
1	2	3	4
а) методом цветной дефектоскопии	Бензин и др. ЛВЖ с температурой вспышки до 28 °С	А	В-1а

1	2	3	4
б) на герметичность методом налива, погружения	Керосин типа КО-20	Б	В-1а
в) то же в среде масла	Индустриальное масло	В2, В3	П-1
с) то же в водной среде	Вода, водные растворы	Д	-
Участки при размещении в общем производственном помещении			
а) с применением ЛВЖ	Бензин, керосин, др. ЛВЖ	-	В-1б в зоне 5 м от места производства работ
б) с применением ГЖ	Минеральные масла	-	П-1

4.3.4. Способы прекращения горения и огнетушащие вещества

При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их взаимодействие с огнетушащими веществами, а также площадь помещений, открытых площадок и установок.

Принципы прекращения горения:

- изоляция очага от воздуха или снижение концентрации кислорода (окислителя) разбавлением негорючими газами до значения, при котором горение прекращается;
- охлаждение очага горения до определенных температур;
- интенсивное торможение скорости химической реакции в пламени;
- механический срыв пламени сильной струей газа или воды;
- огнепреграждение (прохождение пламени через узкие каналы).

Для предотвращения распространения пламени из одних аппаратов и трубопроводов в другие и для защиты от попадания огня внутрь аппарата через воздушники резервуаров устанавливают огнепреградители. Пламегасящее действие огнепреградителя состоит в следующем. Чтобы предотвратить распространение пламени, нужно резко снизить температуру потока горячих газов. Для этого поток разбивают на большое число отдельных струй, которые быстро охлаждаются. Если скорость теплоотдачи превышает скорость тепловыделения, то горение считается невозможным (рис. 4.9).

Аппараты пожаротушения подразделяются на передвижные (пожарные автомобили), стационарные установки и огнетушители (ручные до 10 л и передвижные или стационарные свыше 25 л).

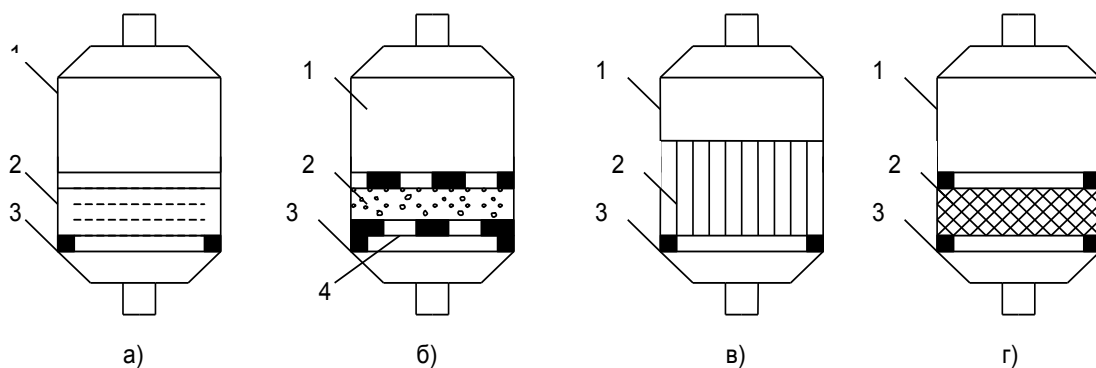


Рис. 4.9. Огнестойкие:

а) с горизонтальными стенками; *б)* насадочные; *в)* кассетные;
г) металлокерамические: 1 – корпус; 2- огнетушащее устройство;
 3 - опорные кольца; 4 - решетка

Пожары в начальной стадии тушат из огнетушителей с применением пожарного инвентаря (бочка с водой, ведра пожарные, ткань асбестовая, ящики с песком, пожарные щиты, багры, топоры).

Углекислотные огнетушители (диоксид углерода):

- ручные ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8;
- передвижные ОУ-25, ОУ-80, ОУ-40;

Они предназначены для тушения различных материалов и установок напряжением до 1000В.

Огнетушители воздушные (6%-ный водный раствор пенообразователя ПО-1 и диоксид углерода, ОВП-5, ОВП-10) используется для тушения ЛВЖ, ГЖ, твердых (в том числе тлеющих) материалов (кроме металлов и установок под напряжением).

Огнетушители хладоновые (тетрафтордибромэтан, трифторбромэтан и т.д., ОХ-3, ОХ-7) используются для тушения ЛВЖ, ГЖ, горючих газов.

Огнетушители порошковые (ОП-1, ОП-2А, ОП-10А, ОП-100, ОП-250 на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия) эффективны для тушения различных материалов и установок под напряжением до 1000 В. Для полной ликвидации пожара в начальной стадии, локализации его с помощью огнетушащих средств до прибытия пожарных подразделений предназначены автоматические установки пожаротушения. Различают установки пожаротушения (СП 5.13130.2010 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»):

- водяного;
- пароводяного;
- пенного;
- газового и аэрозольного;
- порошкового.

Установки водяного пожаротушения используются для противопожарной защиты предприятий текстильной, деревообрабатывающей промышленности, театрально - зрелищных учреждений и различных складов. Наиболее широко распространены спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерные установки предназначены для локализации и тушения пожара. Они включаются автоматически при повышении температуры выше заданной величины. Датчиком служит спринклеры (оросители), легкоплавкие замки которых расплавляются в условиях начинающегося пожара. Давление в распределительной сети падает, клапан на линии питания сети водой открывается. Одновременно подается сигнал пожарной тревоги.

Чисто водяные спринклерные установки применяются в помещениях с температурой выше 4°C . В противном случае используются воздушные или смешанные спринклерные установки, так как в них трубопроводы с водой могут замерзнуть.

Дренчерные установки служат в основном для борьбы с пожаром в помещениях высокой пожарной опасности, где возможно быстрое распространение огня. Они локализуют пожар (при горении легко воспламеняющихся веществ и жидкостей) и позволяют пожарным приблизиться к очагу горения и предотвратить распространение огня на соседнее оборудование и сооружения.

Установки пароводяного пожаротушения предназначены для тушения пожаров на предприятиях нефтеперерабатывающей, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, электростанциях, железнодорожном и водном транспорте. Используется концентрация водяного пара в воздухе не менее 35% по объему.

Перед пуском установки закрывают все окна и двери, людей выводят из аварийного помещения и только после этого подается пар. Успешное тушение пожара достигается при интенсивности подачи пара не менее $0,005 \text{ кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^3)$ и временем тушения ~ 3 мин.

Установки пенного пожаротушения используются при тушении пожаров на объектах хранения и переработки ЛВЖ и ГЖ, легкогорючих веществ и материалов. В настоящее время такими установками защищают все парки хранения нефти и нефтепродуктов, нефтяные насосные станции, технологические установки нефтеперерабатывающих заводов, кабельные туннели и другие помещения электростанций.

Установки газового и аэрозольного пожаротушения предназначены для локализации и ликвидации горения в тех случаях, когда применение других огнетушащих средств недопустимо. Газовое тушение может быть объемным (в помещениях с ограниченной площадью проемов и при быстром развитии пожара), местным (в небольших очагах горения - ваннах,

аппаратах и тому подобное) и комбинированными (при большом числе проемов в помещениях), когда одновременно включаются другие установки тушения пожара.

Установки порошкового пожаротушения предназначены для локализации и ликвидации горения тех веществ и материалов (алюминийорганических соединений, щелочных материалов, сжиженных газов и другие), которые нельзя тушить другими средствами. Эти установки имеют емкости с порошком и баллоны с диоксидом углерода или азотом для пневмоподачи порошка, а также стационарную распределительную сеть трубопроводов с оросителями. Они могут быть автоматическим, дистанционным и с ручным включением.

4.3.5. Мероприятия по пожарной безопасности в сварочных цехах

Все виды сварки пожароопасны не только вследствие разлетающихся раскаленных металлических частиц, но и по причине неисправности сварочного оборудования. Возгорание может происходить при электросварочных работах в плохо защищенных от пожара помещениях, вблизи легковоспламеняющихся материалов и веществ. При сварке емкостей из жидкого топлива (бензобаки, цистерны, бочки, канистры и прочее) без надлежащей их перед сваркой промывки, пропаривания, проветривания, продувки и при нарушении требований обеспечения безопасности при сварке таких емкостей может произойти взрыв. Перед проведением сварочных работ должны быть приняты меры обеспечения пожарной безопасности: легковоспламеняющиеся материалы должны быть удалены из опасной зоны, легковоспламеняющиеся конструкции зданий, сооружений, объектов сварки должны быть защищены от возгорания. Электросварочное оборудование должно подвергаться освидетельствованию специалистами на предмет пригодности его к эксплуатации не реже одного раза в три месяца. Ремонт сварочного оборудования должен производиться в соответствии с установленными правилами производства планово-предупредительных ремонтов. Чистка агрегата и пусковой аппаратуры производится ежедневно после окончания работы.

К проведению сварочных работ работники в спецодежде и рукавицах со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей допускаться не должны.

Запрещается сварка свежеокрашенных конструкций до полного высыхания краски, аппаратов и коммуникаций, находящихся под напряжением, заполненных горючими, токсичными материалами, негорючими жидкостями, газами, парами, находящимися под давлением.

Перед производством сварочных работ сварщик обязан проверить исправность сварочной аппаратуры, подготовленность рабочего места в противопожарном отношении: наличие средств пожаротушения, внутренних пожарных кранов, песка, огнетушителей и др., отсутствие в опасной зоне легковоспламеняющихся материалов и др.

В пожаро- и взрывоопасных местах сварочные работы разрешается проводить лишь после уборки взрыво- и пожароопасных материалов, очистки аппаратуры и помещения, полного удаления взрывоопасных пылей и веществ, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и их паров. Помещение должно непрерывно вентилироваться, и должен осуществляться контроль за состоянием воздушной среды.

Сварочные работы вне сварочного цеха могут проводиться только по согласованию с пожарной охраной с определением и выполнением мер пожарной безопасности.

По завершению сварочных работ сварщик обязан тщательно осмотреть рабочее место на предмет возможных возгораний.

Запрещается допускать к проведению огневых работ лиц, не прошедших противопожарный инструктаж. Газоэлектросварщики должны иметь специальное квалификационное удостоверение на право допуска их к проведению огневых работ. Все рабочие, занятые на огневых работах, должны уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

Места проведения огневых работ подразделяют на постоянные и временные. К постоянным относятся такие, где огневые работы проводятся ежедневно или с небольшим перерывом. К временным относятся места, где огневые работы проводятся кратковременно, связанные с аварийно-восстановительным ремонтом оборудования, резкой и т.д. Сварщик, резчик, паяльщик могут приступать к проведению огневых работ только после выполнения всех требований пожарной безопасности (наличие средств пожаротушения, очистка рабочего места от сгораемых материалов, защита сгораемых конструкций металлическими экранами и листами). После окончания огневых работ ответственный за их проведение обязан тщательно проверить рабочее место, а также нижележащие площадки и этажи с целью обнаружения скрытых очагов возгорания и полить водой сгораемые конструкции.

При производстве огневых работ запрещается:

- приступать к работе при неисправной аппаратуре;
- производить работы на свежеекрашенных конструкциях до полного их высыхания;
- пользоваться при огневых работах одеждой и рукавицами со следами масел;

- хранить в сварочных кабинах одежду, горючую жидкость и другие ЛВЖ и ЛВМ;

- допускать соприкосновение электрических проводов с баллонами со сжатым воздухом и газами;

- производить сварку, резку, пайку аппаратов и коммуникаций, заполненных горючими и токсичными веществами;

- разводить открытый огонь, курить и зажигать спички в пределах 10 м от кислородных и ацетиленовых баллонов, газогенераторов.

При выполнении электросварочных работ на высоте, внизу должен находиться наблюдающий за разлетом искр и сварочных брызг. Электросварщики должны иметь металлический ящик для сбора электродных огарков. Жилы сварочных проводов следует соединять опрессовкой, пайкой или с помощью спецзажимов.

В сварочной мастерской должно быть не более 5-ти кислородных и 5-ти ацетиленовых запасных баллонов. На рабочем месте разрешается иметь не более 2-х баллонов (рабочий и запасной). Баллоны, в зависимости от находящегося в них газа, окрашивают в разные цвета. Баллоны с газами, если их не более 5-ти, хранят в отдельных складских помещениях или под навесами, выполненными из несгораемых конструкций и защищенными от прямого попадания солнечных лучей. Устанавливаемые в помещениях баллоны с горючим газом должны находиться не ближе 1,5 м от приборов отопления и печей, а от источников тепла с открытым огнем – не менее 10м.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 30.12.2017) "О противопожарном режиме" (вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации") при проведении электросварочных работ:

- а) запрещается использовать провода без изоляции или с поврежденной изоляцией, а также применять нестандартные автоматические выключатели;

- б) следует соединять сварочные провода при помощи опрессовки, сварки, пайки или специальных зажимов. Подключение электропроводов к электрододержателю, свариваемому изделию и сварочному аппарату выполняется при помощи медных кабельных наконечников, скрепленных болтами с шайбами;

- в) следует надежно изолировать и в необходимых местах защищать от действия высокой температуры, механических повреждений или химических воздействий провода, подключенные к сварочным аппаратам, распределительным щитам и другому оборудованию, а также к местам сварочных работ;

г) необходимо располагать кабели (провода) электросварочных машин от трубопроводов с кислородом на расстоянии не менее 0,5 метра, а от трубопроводов и баллонов с ацетиленом и других горючих газов - не менее 1 метра;

ж) в пожаровзрывоопасных и пожароопасных помещениях и сооружениях обратный проводник от свариваемого изделия до источника тока выполняется только изолированным проводом, причем по качеству изоляции он не должен уступать прямому проводнику, присоединяемому к электрододержателю;

з) конструкция электрододержателя для ручной сварки должна обеспечивать надежное зажатие и быструю смену электродов, а также исключать возможность короткого замыкания его корпуса на свариваемую деталь при временных перерывах в работе или при случайном его падении на металлические предметы. Рукоятка электрододержателя делается из негорючего диэлектрического и теплоизолирующего материала;

и) следует применять электроды, изготовленные в заводских условиях, соответствующие номинальной величине сварочного тока. При смене электродов их остатки (огарки) следует помещать в специальный металлический ящик, устанавливаемый у места сварочных работ;

к) необходимо электросварочную установку на время работы заземлять. Помимо заземления основного электросварочного оборудования в сварочных установках следует непосредственно заземлять тот зажим вторичной обмотки сварочного трансформатора, к которому присоединяется проводник, идущий к изделию (обратный проводник);

л) чистку агрегата и пусковой аппаратуры следует производить ежедневно после окончания работы. Техническое обслуживание и планово-предупредительный ремонт сварочного оборудования производится в соответствии с графиком;

м) питание дуги в установках для атомно-водородной сварки обеспечивается от отдельного трансформатора. Запрещается непосредственное питание дуги от распределительной сети через регулятор тока любого типа;

н) при атомно-водородной сварке в горелке должно предусматриваться автоматическое отключение напряжения и прекращение подачи водорода в случае разрыва цепи. Запрещается оставлять включенные горелки без присмотра. Питание дуги в установках для водородной сварки должно производиться от отдельного трансформатора. Непосредственное питание дуги через регулятор тока любого типа от распределительной сети НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.

Расстояния в электросварочных помещениях должны быть достаточными по ширине, обеспечивающими удобство и безопасность при

производстве сварочных работ и доставке изделий к месту сварки и обратно. Предусматриваются следующие минимальные расстояния:

- между однопостовыми сварочными агрегатами, сварочными трансформаторами и для прохода рабочих - 0,8 метра;
- между стационарными многопостовыми сварочными агрегатами для прохода - 1,5 метра;
- от стены до однопостовых и многопостовых сварочных агрегатов - 0,3 метра;
- от конца агрегата, где расположены коллектор или кольца, до стены - 0,5 метра;
- между автоматическими установками - 2 метра;
- проходы с каждой стороны при автоматической сварке под флюсом крупных изделий - 1,2 метра.

Расстояние от машин точечной, шовной и рельефной сварки, а также от машин для стыковой сварки до места нахождения сгораемых материалов и конструкций должно быть не менее 4 м при сварке деталей сечением до 50 мм², от машин для стыковой сварки деталей сечением свыше 50 мм² - не менее 6 м, или места сварки ограждаются огнестойкими экранами.

При газозлектрической сварке с питанием поста непосредственно от водородного баллона следует принимать особые меры пожарной безопасности с тщательным выполнением правил обращения с аппаратурой.

При проведении газосварочных работ:

а) переносные ацетиленовые генераторы следует устанавливать на открытых площадках. Ацетиленовые генераторы необходимо ограждать и размещать не ближе 10 метров от мест проведения работ, а также от мест забора воздуха компрессорами и вентиляторами;

б) в местах установки ацетиленового генератора вывешиваются плакаты "Вход посторонним воспрещен - огнеопасно", "Не курить", "Не проходить с огнем";

в) по окончании работы карбид кальция в переносном генераторе должен быть выработан. Известковый ил, удаляемый из генератора, выгружается в приспособленную для этих целей тару и сливается в иловую яму или специальный бункер;

г) открытые иловые ямы ограждаются перилами, а закрытые имеют негорючие перекрытия и оборудуются вытяжной вентиляцией и люками для удаления ила;

д) закрепление газоподводящих шлангов на присоединительных ниппелях аппаратуры, горелок, резаков и редукторов должно быть надежно. На ниппели водяных затворов шланги плотно надеваются, но не закрепляются;

е) карбид кальция хранится в сухих проветриваемых помещениях. Запрещается размещать склады карбида кальция в подвальных помещениях и низких затопливаемых местах;

ж) в помещениях ацетиленовых установок, в которых не имеется промежуточного склада карбида кальция, разрешается хранить одновременно не свыше 200 кг карбида кальция, причем из этого количества в открытом виде может быть не более 50 кг;

з) вскрытые барабаны с карбидом кальция следует защищать непроницаемыми для воды крышками;

и) запрещается в местах хранения и вскрытия барабанов с карбидом кальция курение, пользование открытым огнем и применение искрообразующего инструмента;

к) хранение и транспортирование баллонов с газами осуществляется только с навинченными на их горловины предохранительными колпаками. К месту сварочных работ баллоны доставляются на специальных тележках, носилках, санках. При транспортировании баллонов не допускаются толчки и удары;

л) запрещается хранение в одном помещении кислородных баллонов и баллонов с горючими газами, а также карбида кальция, красок, масел и жиров;

м) при обращении с порожними баллонами из-под кислорода или горючих газов соблюдаются такие же меры безопасности, как и с наполненными баллонами;

н) запрещается курение и применение открытого огня в радиусе 10 метров от мест хранения ила, рядом с которыми вывешиваются соответствующие запрещающие знаки.

Раскупорка барабанов с карбидом кальция производится латунным зубилом и молотком. Наглухо запаянные барабаны открываются специальным ножом. Место реза на крышке предварительно смазывается слоем солидола (тавота). Вскрытые барабаны с карбидом кальция следует защищать непроницаемыми для воды крышками с отогнутыми краями, плотно охватывающими барабан. Высота борта крышки должна быть не менее 50 мм.

Карбид кальция должен храниться в сухих, хорошо проветриваемых помещениях. Укладка барабанов допускает хранение не более чем в два яруса с прокладкой между ними и под первым ярусом досок и шириной прохода между рядами барабанов не менее 1 метра.

При работе вентиль баллона должен быть открыт не более чем на пол-оборота. Во время перерывов в работе вентили баллонов должны быть закрыты, нажимные винты редукторов ослаблены.

Пользоваться редуктором с неисправной резьбой в накидной гайке и неисправным манометром или манометром с просроченным сроком про-

верки ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Ремонт вентиля баллонов при наличии в них газа или смеси газа с воздухом ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Выпуск газа производится только на открытом воздухе, вдали от источников огня.

При утечке газа работа сварочной установки немедленно прекращается; в случае вспышки газа, выходящего из образовавшейся неплотности соединений газовой аппаратуры, шлангов и тому подобного, необходимо немедленно перекрыть вентили баллонов и потушить горящий газ мокрой тряпкой, кошмой, брезентом, которые должны находиться на рабочем месте.

Газосварщик обязан:

перед началом работы:

а) убедиться в исправности ацетиленового генератора, регулятора газообразования, гидрозатвора, горелок, шлангов, вентиля, баллонов с газами, редукторов, манометров и других частей аппаратуры;

б) продуть ацетиленом реторту, гидрозатвор, шланги и горелку; продуть кислородом вентиль редуктора, соблюдая при этом меры предосторожности;

во время работы:

а) водяной затвор держать постоянно заполненным водой. Наливать воду в водяной затвор и проверять ее уровень разрешается только при выключенной подаче газа;

б) не допускать сильного нагрева горелки, для чего необходимо, предварительно потушив ее, периодически охлаждать горелку в емкости с чистой водой;

в конце работы:

а) погасить горелку (резак) путем прекращения подачи к ней вначале ацетилена, а затем кислорода;

б) выпустить весь ацетилен из генератора, удалить ил, промыть шахту и отдельные части генератора водой;

в) убрать баллоны и другое оборудование на места их постоянного хранения.

При проведении газосварочных и газорезательных работ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

а) отогревать замерзшие ацетиленовые генераторы, трубопроводы, вентили, редукторы и другие детали сварочных установок открытым огнем или раскаленными предметами, а также пользоваться инструментом, могущим образовать искры при ударе;

б) допускать соприкосновение кислородных баллонов и оборудования с наличием в нем кислорода с растительными, животными и минеральными маслами, а также промасленной одеждой, тряпками и другими предметами;

в) курить и пользоваться открытым огнем ближе 10 м от баллонов с ацетиленом и кислородом, от ацетиленовых генераторов и иловых ям;

г) работать от одного водяного затвора двум сварщикам, загружать карбид кальция завышенной грануляции или проталкивать его в воронку аппарата с помощью железных прутков и проволоки, работать на карбидной пыли;

д) загружать карбид кальция в мокрые загрузочные корзины или при наличии воды в газосборнике, загружать корзины карбидом более половины их объема при работе генераторов "вода на карбид";

е) производить продувку ацетиленового шланга кислородом и кислородного шланга ацетиленом, а также взаимозаменять шланги при работе;

ж) прокладывать шланги вблизи источников тепла и электропроводов, пользоваться шлангами, длина которых менее 10 м и более 40 м;

з) перекручивать между собой, заламывать или зажимать газоподводящие шланги;

и) переносить генератор при наличии в газосборнике ацетилена;

к) форсированная работа ацетиленовых генераторов путем преднамеренного увеличения давления газа в них или увеличения единовременной загрузки карбида кальция.

Правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ предусматривают обязательную подготовку места, где будет производиться сварка. Нужно очистить определенный участок рабочей поверхности от воспламеняющихся веществ и материалов, которые могут загореться, когда на них попадает раскаленный металл (рис. 4.10). В табл. 4.4 приведен радиус площади рабочего места, которое очищается, в зависимости от того, на какой высоте располагается точка сварки. Комплектование технологического оборудования огнетушителями осуществляется согласно требованиям технических условий (паспортов) на это оборудование.

Таблица 4.4

Радиус зоны зачистки от высоты точки сварки

Высота расположения точки сварки, см	0...200	200	300	400	600	800	1000	>1000
Радиус зоны, подлежащей очистке, см	500	800	900	1000	1100	1200	1300	1400

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей на объекте защиты (в помещении) осуществляется в зависимости от огнетушащей способности огнетушителя, категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности, а также класса пожара (табл. 4.5).



Рис. 4.10. Определение радиуса места зачистки

Таблица 4.5

Нормы обеспечения огнетушителями объектов защиты в зависимости от их категорий по пожарной и взрывопожарной опасности и класса пожара (за исключением автозаправочных станций)

Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Класс пожара	Огнетушители с рангом тушения модельного очага
А, Б, В1 - В4	А	4А
	В	144В
	С	4А, 144В, С или 144В, С
	Д	Д
	Е	4А, 144В, С, Е или 144В, С, Е
Г, Д	А	2А
	В	55В
	С	2А, 55В, С или 55В, С
	Д	Д
	Е	2А, 55В, С, Е или 55В, С, Е
Общественные здания	А	2А
	В	55В
	С	2А, 55В, С или 55В, С
	Е	2А, 55В, С, Е или 55В, С, Е

Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды для:

- пожаров класса А - порошок АВСЕ;

- пожаров классов В, С, Е - порошок ВСЕ или АВСЕ;
- пожаров класса D - порошок D.

В зависимости от вида горящих материалов и веществ в соответствии с ГОСТ 27331-87 пожары могут быть разделены на классы А, В, С, Д, Е и F и подклассы А1, А2, В1, В2, Д1, Д2 и Д3.

К пожарам класса А относится горение твердых веществ. При этом, если горят тлеющие вещества, например, древесина, бумага, текстильные изделия и прочее, то пожары относятся к подклассу А1, неспособные тлеть, например, пластмассы, к подклассу А2.

К классу В относятся пожары легковоспламеняющихся горючих жидкостей. Они будут относиться к подклассу В1, если жидкости нерастворимы в воде (бензин, дизтопливо, нефть и другое) и к классу В2 – растворимые в воде (например, спирты).

Если горению подвержены газы, например, водород, пропан и другие, то пожары относятся к классу С, при горении же металлов – к классу Д. Причем подкласс Д1 выделяет горение легких металлов, например, алюминия, магния и их сплавов; Д2 – щелочных и других подобных металлов, например, натрия и калия; Д3 – горение металлосодержащих соединений, например, металлоорганических, или гидридов.

К категории Е отнесены электроустановки, к которым подведено напряжение (диэлектрики в жидком, твердом состоянии).

Категория F – горение радиоактивных, ядерных отходов и материалов.

В замкнутых помещениях объемом не более 50 м³ для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей (или дополнительно к ним) могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые.

Выбор огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При значительных размерах возможных очагов пожара необходимо использовать передвижные огнетушители. При выборе огнетушителя с соответствующим температурным пределом использования учитываются климатические условия эксплуатации зданий и сооружений. Если возможны комбинированные очаги пожара, то предпочтение при выборе огнетушителя отдается более универсальному по области применения. В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже размещается не менее двух огнетушителей.

Помещение категории Д по взрывопожарной и пожарной опасности не оснащается огнетушителями, если площадь этого помещения не превышает 100 м².

При наличии нескольких рядом расположенных помещений одного функционального назначения определение необходимого количества огнетушителей осуществляется по суммарной площади этих помещений (табл. 4.6).

Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50 процентов от расчетного количества огнетушителей.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения переносного огнетушителя (с учетом перегородок, дверных проемов, возможных загромождений, оборудования) не должно превышать 20 метров для помещений административного и общественного назначения, 30 метров - для помещений категорий А, Б и В1 - В4 по пожарной и взрывопожарной опасности, 40 метров - для помещений категории Г по пожарной и взрывопожарной опасности, 70 метров - для помещений категории Д по пожарной и взрывопожарной опасности.

Здания и сооружения производственного и складского назначения дополнительно оснащаются передвижными огнетушителями.

Руководитель организации обеспечивает наличие и исправность огнетушителей, периодичность их осмотра и проверки, а также своевременную перезарядку огнетушителей.

Огнетушители, размещенные в коридорах, проходах, не должны препятствовать безопасной эвакуации людей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 метра.

Таблица 4.6

Нормы оснащения помещений передвижными огнетушителями

Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Предельная защищаемая площадь (м ²)	Класс пожара	Огнетушители с рангом тушения модельного очага (штук)
А, Б, В1 - В4	500	А	2 - 6А или 1 - 10А
		В	2-144В или 1-233В
		С	2 - 6А, 144В, С или 1-10А, 233В, С
		Д	Д
		Е	2 - 6А, 144В, С, Е или 1-10А, 233В, С, Е
Г, Д	800	А	2 - 6А или 1-10А
		В	2-144В или 1-233В
		С	2 - 6А, 144В, С или 1-10А, 233В, С или 2-144В, С или 1-233В, С
		Д	Д
		Е	2 - 6А, 144В, С, Е или 1-10А, 233В, С, Е или 2-144В, С, Е

Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются согласно табл. 4.7. Пожарные щиты комплектуются немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем.

Бочки для хранения воды, устанавливаемые рядом с пожарным щитом, должны иметь объем не менее $0,2 \text{ м}^3$ и комплектоваться ведрами. Ящики для песка должны иметь объем $0,5 \text{ м}^3$ и комплектоваться совковой лопатой. Конструкция ящика должна обеспечивать удобство извлечения песка и исключать попадание осадков. Ящики с песком, как правило, устанавливаются с пожарными щитами в местах, где возможен разлив легковоспламеняющихся или горючих жидкостей.

Для помещений и наружных технологических установок категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности предусматривается запас песка $0,5 \text{ м}^3$ на каждые 500 м^2 защищаемой площади, а для помещений и наружных технологических установок категорий Г и Д - не менее $0,5 \text{ м}^3$ на каждые 1000 м^2 защищаемой площади.

Покрывала для изоляции очага возгорания должны иметь размер не менее одного метра шириной и одного метра длиной. Полотна хранятся в водонепроницаемых закрывающихся футлярах (чехлах, упаковках), позволяющих быстро применить эти средства в случае пожара.

Таблица 4.7

**Нормы оснащения зданий, сооружений, строений и территорий
пожарными щитами**

Наименование функционального назначения помещений и категория помещений или наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь 1 пожарным щитом, кв. метров	Класс пожара	Тип щита
А, Б и В	200	А	ЩП-А
		В	ЩП-В
		Е	ЩП-Е
В	400	А	ЩП-А
		Е	ЩП-Е
Г и Д	1800	А	ЩП-А
		В	ЩП-В
		Е	ЩП-Е
Помещения и открытые площадки предприятий (организаций) по первичной переработке сельскохозяйственных культур	1000	-	ЩП-СХ
Помещения различного назначения, в которых проводятся огневые работы	-	А	ЩПП

Условные обозначения щитов:

ЩП-А - щит пожарный для очагов пожара класса А;

ЩП-В - щит пожарный для очагов пожара класса В;

ЩП-Е - щит пожарный для очагов пожара класса Е;

ЩП-СХ - щит пожарный для сельскохозяйственных предприятий (организаций);
ЩПП - щит пожарный передвижной.

В здании или сооружении, кроме жилых домов, в котором может одновременно находиться 50 и более человек, то есть на объекте с массовым пребыванием людей, а также на объекте с рабочими местами на этаже для 10 и более человек руководитель организации обеспечивает наличие планов эвакуации людей при пожаре. Руководитель организации обеспечивает наличие на дверях помещений производственного и складского назначения и наружных установках обозначение их категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, а также класса зоны в соответствии с ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Руководитель организации обеспечивает устранение повреждений средств огнезащиты для строительных конструкций, инженерного оборудования зданий и сооружений, а также осуществляет проверку состояния огнезащитной обработки (пропитки) в соответствии с инструкцией изготовителя и составляет акт (протокол) проверки состояния огнезащитной обработки (пропитки). Проверка состояния огнезащитной обработки (пропитки) при отсутствии в инструкции сроков периодичности проводится не реже одного раза в год.

В случае окончания гарантированного срока огнезащитной эффективности в соответствии с инструкцией завода-изготовителя и (или) производителя огнезащитных работ руководитель организации обеспечивает проведение повторной обработки конструкций и инженерного оборудования зданий и сооружений.

Руководитель организации обеспечивает сбор использованных обтирочных материалов в контейнеры из негорючего материала с закрывающейся крышкой и удаление по окончании рабочей смены содержимого указанных контейнеров.

Специальная одежда лиц, работающих с маслами, лаками, красками и другими легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, хранится в подвешенном виде в металлических шкафах, установленных в специально отведенных для этой цели местах.

При эксплуатации эвакуационных путей, эвакуационных и аварийных выходов запрещается:

а) устраивать на путях эвакуации пороги (за исключением порогов в дверных проемах), устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота без возможности вручную открыть их изнутри и заблокировать в открытом состоянии, вращающиеся двери и турникеты, а также другие устройства, препятствующие свободной эвакуации людей, при отсутствии иных (дублирующих) путей эвакуации либо при отсутствии технических решений, позволяющих вручную открыть и заблокировать в от-

крытом состоянии указанные устройства. Допускается в дополнение к ручному способу применение автоматического или дистанционного способа открывания и блокирования устройств;

б) размещать (устанавливать) на путях эвакуации и эвакуационных выходах (в том числе в проходах, коридорах, тамбурах, на галереях, в лифтовых холлах, на лестничных площадках, маршах лестниц, в дверных проемах, эвакуационных люках) различные материалы, изделия, оборудование, производственные отходы, мусор и другие предметы, а также блокировать двери эвакуационных выходов;

в) устраивать в тамбурах выходов (за исключением квартир и индивидуальных жилых домов) сушилки и вешалки для одежды, гардеробы, а также хранить (в том числе временно) инвентарь и материалы;

г) фиксировать самозакрывающиеся двери лестничных клеток, коридоров, холлов и тамбуров в открытом положении (если для этих целей не используются устройства, автоматически срабатывающие при пожаре), а также снимать их;

д) закрывать жалюзи или остеклять переходы воздушных зон в незадымляемых лестничных клетках;

е) заменять армированное стекло обычным в остеклении дверей и фрамуг;

ж) изменять направление открывания дверей, за исключением дверей, открывание которых не нормируется или к которым предъявляются иные требования в соответствии с нормативными правовыми актами.

Руководитель организации обеспечивает исправное состояние знаков пожарной безопасности, в том числе обозначающих пути эвакуации и эвакуационные выходы. Эвакуационное освещение должно находиться в круглосуточном режиме работы или включаться автоматически при прекращении электропитания рабочего освещения.

При эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха запрещается:

а) оставлять двери вентиляционных камер открытыми;

б) закрывать вытяжные каналы, отверстия и решетки;

в) подключать к воздуховодам газовые отопительные приборы;

г) выжигать скопившиеся в воздуховодах жировые отложения, пыль и другие горючие вещества.

Руководитель организации определяет порядок и сроки проведения работ по очистке вентиляционных камер, циклонов, фильтров и воздуховодов от горючих отходов с составлением соответствующего акта, при этом такие работы проводятся не реже одного раза в год. Очистку вентиляционных систем пожаровзрывоопасных и пожароопасных помещений необходимо осуществлять пожаровзрывобезопасными способами.

Руководитель организации обеспечивает исправное состояние пожарных гидрантов и резервуаров, являющихся источником противопожарного водоснабжения, их утепление и очистку от снега и льда в зимнее время, а также доступность подъезда пожарной техники и забора воды в любое время года. Направление движения к пожарным гидрантам и резервуарам, являющимся источником противопожарного водоснабжения, должно обозначаться указателями с четко нанесенными цифрами расстояния до их месторасположения.

При обнаружении пожара или признаков горения в здании, помещении (задымление, запах гари, повышение температуры воздуха и другое) необходимо немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта защиты, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию); принять посильные меры по эвакуации людей и тушению пожара.

4.4. БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ С ГАЗОБАЛОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Безопасность эксплуатации баллонов, как разновидностей сосудов, работающих под давлением, регламентируется «Правилами промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 № 116).

Причины аварий газовых баллонов можно разделить на три группы:

- 1) конструкторские;
- 2) технологические;
- 3) эксплуатационные.

К конструкторским причинам относятся неправильный выбор конструкции или отдельных ее элементов, отсутствие проверочного расчета на прочность.

К технологическим причинам относятся появление дефектов конструкции, снижающих ее прочностные характеристики. Это литейные раковины, непровары, газовые поры и шлаковые включения сварных соединений, дефекты заклепок, внутренние и наружные трещины, прожоги.

К эксплуатационным относятся:

- нарушение режимов эксплуатации (превышение допустимых значений давлений, вследствие ошибочных действий или из-за отсутствия, или неисправности контрольных приборов, нагрев баллона, приводящий к повышению давления газа);
- изменение прочностных свойств конструкционных материалов в условиях низких температур;

- падение баллона с высоты или удар его о твердый предмет;
- неисправность винтовой нарезки горловины баллона, приводящая к вырыванию вентиля, или неисправность самого вентиля, в результате чего происходит быстрая утечка газа из баллона с образованием взрывоопасной смеси в помещении;
- попадание жиров и масел на арматуру и горловину кислородного баллона;
- попадание окалины и ржавчины в водородные баллоны;
- заполнение баллонов рабочим телом, для которого они не предназначены (возможность образования взрывоопасной смеси);
- старение пористой массы (активированный уголь в ацетоне), в которой растворяется ацетилен. В результате ацетилен переходит в свободное состояние из растворенного, а затем полимеризуется с взрывом.

С учетом названных причин аварии баллонов правила Ростехнадзора устанавливают требования к устройству и безопасной их эксплуатации.

Конструкция баллонов должна обеспечивать надежность, долговечность и безопасность эксплуатации в течении всего расчетного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки, ремонта, эксплуатационного контроля металла и его соединений.

Расчет на прочность производится по методикам, согласованным с Ростехнадзором.

Материалы, применяемые для изготовления баллонов, должны обеспечивать их надежную работу в течение расчетного срока службы с учетом заданных условий эксплуатации (расчетное давление, минимальная отрицательная и максимальная расчетная температуры), состава и характера среды (коррозионная активность, взрывоопасность, токсичность) и влияния температуры окружающего воздуха (при выборе материалов для сосуда, в том числе и баллонов, предназначенных для установки на открытой площадке, должна учитываться абсолютная минимальная температура наружного воздуха для данного района).

В зависимости от условий эксплуатации баллонов предъявляются специальные требования к обработке металла и его сварке, методам дефектоскопии и исследованиям механических и металлографических свойств, к нормам оценки качества изготовления.

Изготовление и ремонт баллонов имеют право выполнять специализированные организации, располагающие необходимыми техническими средствами и имеющие лицензию Ростехнадзора.

После изготовления баллоны подвергаются гидравлическому и пневматическому испытанию пробным давлением (не менее чем полуторное рабочее). Для выявления технологических факторов разгерметизации

баллоны периодически проходят освидетельствование: баллоны для некорродирующих газов испытывают 1 раз в 5 лет, а для корродирующих газов - 1 раз в 2 года. Все баллоны подвергаются визуальному осмотру и гидравлическому испытанию. Ацетиленовые баллоны, заполненные пористой массой, испытываются только сжатым азотом.

Наибольшее число аварий баллонов происходит вследствие неправильной их эксплуатации. Безопасная эксплуатация обеспечивается выполнением определенных условий, рассмотренных далее.

Для баллонов с сжиженными и растворенными газами установлены нормы их наполнения по объему, что позволяет избежать резкого роста давления в них при нагреве. Для исключения взрыва ацетиленовых баллонов ведется контроль сроков их эксплуатации.

Для предотвращения перегрева баллонов они устанавливаются на расстоянии не менее 1 м от радиаторов отопления и других закрытых источников тепла и не менее 5 м от источников тепла с открытым огнем.

Для предотвращения соприкосновения баллонов с токоведущими проводами расстояние до них должно быть не менее 1 м.

При эксплуатации баллонов в условиях низких температур, которые делают материал емкости хрупким, необходимо принять меры по устранению разного рода ударных нагрузок. Особую осторожность следует проявлять при их транспортировании.

Для предотвращения падения баллонов и ударов их друг о друга при перевозке используют специальные автомашины, автокары и тележки, в которых баллоны укладываются в гнезда и закрепляются.

При отвертывании колпака баллона, вентиля и других элементов не допускается применять такие инструменты, которые способны вызвать искры (молоток, зубило), а можно использовать только специальные ключи.

После снятия колпака и заглушки необходимо проверить исправность присоединительной резьбы на штуцере вентиля, отсутствие на штуцере кислородного баллона следов масла и жиров. Для обезжиривания используют четыреххлористый углерод, трихлорэтилен и тетрахлорэтилен.

Для исключения возможности образования смеси «горючее-окислитель» вследствие заполнения емкостей рабочим телом, для которого они не предназначены, используют сигнальную окраску баллонов и соответствующие надписи. Например, кислородные баллоны окрашивают в голубой цвет, на них делается надпись «кислород» черного цвета; баллоны с ацетиленом окрашиваются в белый цвет, а надпись «ацетилен» - красного цвета.

Для создания возможности выявления вида рабочего тела при отсутствии сигнальной окраски, а также исключения подсоса атмосферного воздуха внутрь емкости, баллоны после использования должны иметь

остаточное давление не менее 0,05 и не более 0,1 МПа. Остаточное давление в баллонах для ацетилена препятствует уносу ацетона - растворителя ацетилена (при меньшем давлении унос ацетилена увеличивается, а уменьшение количества ацетона в баллоне повышает взрывоопасность ацетилена).

С целью предупреждения недопустимого смешения при заполнении баллонов горючих и не горючих газов боковой штуцер на баллонах кислородных и инертных газов имеет правую резьбу, а на баллонах горючих газов, образующих с воздухом взрывоопасные смеси - левую резьбу.

Во избежание образования взрывоопасных сред в складских помещениях запрещается совместное хранение баллонов с кислородом и горючими газами. Баллоны с ядовитыми газами также должны храниться в специальных закрытых помещениях.

Важным мероприятием, содействующим выявлению утечек газа, является его одорирование.

Безопасность эксплуатации сосудов, работающих под давлением, в том числе и баллонов, обеспечивается соблюдением требований, предъявляемых к обслуживающему персоналу. К обслуживанию сосудов, работающих под давлением, допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие обучение и аттестацию и имеющие удостоверение на право их обслуживания.

При газосварочных работах взрывы возможны во время неправильной транспортировки, хранения и использовании баллонов со сжатыми газами. При процессах газопламенной обработки возможны взрывы ацетиленовых генераторов от обратного удара пламени, если не сработает водяной затвор. К взрывам приводит наличие масла на штуцере кислородного баллона или на редукторе.

В процессе работы газовые баллоны необходимо защищать от солнечных лучей и других источников тепла. Помещение, в котором хранятся баллоны, должно быть расположено на расстоянии не менее 25 м от места, где проводятся газопламенные работы. В одном помещении могут храниться баллоны только с однородными газами, пустые баллоны хранят отдельно от полных.

При транспортировке баллоны укладывают вентилями в одну сторону и перевозят в горизонтальном положении с обязательным применением прокладок. Баллоны укладывают только в один ряд. В кузове автомобиля не должно быть следов масла, жира, а также промасленных предметов.

В процессе погрузочно-разгрузочных работ нельзя снимать баллоны с автомобиля колпаками вниз. Не разрешается переносить баллоны на руках. В случаях обнаружения негерметичности баллона его необходимо вынести в безопасное место и по возможности осторожно выпустить из

него газ. В пределах производственной площадки баллоны транспортируют на специальной тележке или носилках.

Особую осторожность следует соблюдать в обращении с кислородными баллонами. В струе кислорода горят многие вещества, включая металлы, а легковоспламеняющиеся жидкости (масла, жиры, нефть и прочее) горят с взрывом. Поэтому лица, соприкасающиеся с кислородными баллонами, должны работать в чистой одежде, на руках и инструменте не должно быть следов масел и жиров.

Если в процессе газосварочных работ давление в баллоне оказалось выше допустимого, нужно кратковременными открываниями вентиля выпустить часть газа в атмосферу или охладить баллон водой. Во время выпуска газа из баллона работающий должен находиться в противоположной от струи газа стороне. В случае обратного удара необходимо перекрыть на горелке сначала вентиль горючего газа, а затем кислорода. Мундштук газовой горелки охлаждают водой. При охлаждении мундштука нужно следить за тем, чтобы вентили были полностью перекрыты, в противном случае на поверхности воды может накапливаться газ, создавая взрывоопасную смесь.

Обращаться с пустыми баллонами следует так же, как и с полными. Пустые баллоны сдают на склад или на завод для заполнения с заглушками и закрытыми вентилями при остаточном давлении газа. Остаток газа в ацетиленовых баллонах должен быть не меньше значений, указанных в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Допустимые остаточные давления в ацетиленовых баллонах

Температура, °С	Допустимое остаточное давление, МПа
Менее 0	0,049
0-15	0,098
16-25	0,196
26-35	0,294

Переносные ацетиленовые аппараты устанавливают вне помещений под навесом. Для выполнения временных работ допускается установка ацетиленового аппарата в помещении, объем которого не менее 300 м³ на каждый аппарат, при условии, что это помещение хорошо вентилируется. Устанавливать ацетиленовый генератор ближе 10 м от огневых работ запрещается (рис. 4.11). Обращаться с ацетиленовым аппаратом следует осторожно, так как он может взорваться вследствие взрывоопасных смесей ацетилена с воздухом или кислородом, при недопустимом повышении температуры или давления ацетилена.

Предохранительный затвор должен проверяться ежегодно гидравлическим давлением 6 МПа. Плотность прилегания обратного клапана к седлу должна проверяться после его установки и после каждого проникновения в затвор пламени.

Запрещается оставлять работающий ацетиленовый аппарат без присмотра, нельзя работать без водяного затвора и в случаях его неисправности, запрещается работать с неисправными предохранительными клапанами или ставить вместо них заглушки.



Рис. 4.11. Расстояние от места сварки к баллонам

Нельзя работать на карбидной пыли, загружать аппарат сверх установленной нормы и использовать карбид завышенной грануляции. Не следует проталкивать карбид кальция в лейку аппарата металлическими прутками и другими предметами, способными вызвать искру.

4.5. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ С ГРУЗОПОДЪЕМНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Все погрузо-разгрузочные работы с грузами более 50 кг по горизонтали и при подъеме груза на высоту более 3 м должны выполняться механизированным способом при помощи кранов, лебедок, талей и других механизмов.

Правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (утв. Приказом Минтруда России от 17.09.2014 № 642 н), в целях сохранения здоровья работающих, установлены предельно допустимые нормы разового подъема (без перемещения) тяжестей: мужчинами - не более 50 кг; женщинами - не более 15 кг.

Согласно постановлению Правительства РФ от 06.02.1993 № 105 предельная норма подъема и переноса тяжестей на одного человека:

- при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): мужчинами - до 30 кг; женщинами - до 10 кг;

- постоянно в течение рабочей смены: мужчинами - до 15 кг; женщинами - до 7 кг.

Проектирование, изготовление, монтаж и эксплуатация грузоподъемных кранов должны соответствовать «Правилам безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденным Приказом Ростехнадзора от 12.11.2013 № 533 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» и другим нормативным документам и ГОСТам, согласованными с Ростехнадзором России.

Настоящие «Правила.....» распространяются на:

- грузоподъемные краны всех типов;
- мостовые краны-штабелеры;
- краны-трубоукладчики;
- краны-манипуляторы;
- строительные подъемники;
- подъемники (вышки), предназначенные для перемещения людей, людей и груза (подъемники с рабочими платформами);
- грузовые электрические тележки, передвигающиеся по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления;
- электрические тали;
- краны-экскаваторы, предназначенные для работы с крюком;
- сменные грузозахватные органы и съемные грузозахватные приспособления (крюки, грейферы, магниты, спредеры, траверсы, захваты, стропы), используемые совместно с ПС для подъема и перемещения грузов;
- тара для транспортировки грузов, за исключением специальной тары, применяемой в металлургическом производстве (ковшей, мульдov), а также специальной тары, используемой в морских и речных портах;
- специальные съемные кабины и люльки, навешиваемые на грузозахватные органы кранов и используемые для подъема и перемещения людей;
- рельсовые пути (для опорных и подвесных ПС, передвигающихся по рельсам).

Не распространяются на:

- применяемые в интересах обороны и безопасности государства, гражданской и территориальной обороны или относящиеся к вооружению и военной технике, кроме ПС общепромышленного назначения, перечис-

ленных выше и предназначенных только для транспортировки обычных грузов;

- применяемые на объектах использования атомной энергии, а также оказывающие влияние на ядерную и радиационную безопасность;

- с ручным приводом, лифты, канатные дороги, фуникулеры, эскалаторы, напольные, завалочные и посадочные грузоподъемные машины, электро- и автопогрузчики, путе- и мостовкладочные машины, подъемные комплексы для парковки автомобилей, эвакуаторы автомобилей;

- установленные в шахтах, на судах и иных плавучих средствах;

- предназначенные для работы только в исполнении, исключающем применение грузозахватных приспособлений с навесным оборудованием (например, вибропогружателями, шпунтовывергивателями, буровым оборудованием), а также кабин (люлек) с людьми, используемых в качестве аттракционов;

- монтажные полиспасты и конструкции, к которым они подвешиваются (мачты, балки, шевры);

- краны для подъема створов (затворов) плотин без осуществления зацепления их крюками;

- домкраты;

- манипуляторы, используемые в технологических процессах.

По конструкции грузоподъемные краны классифицируются: мостовой; козловой; стреловой; башенный; порталный и железнодорожный.

В механических цехах чаще всего используются мостовые (рис. 4.13) и козловые (рис. 4.12) краны. Мостовой кран обладает максимальной грузоподъемностью, устойчивостью и надежностью в работе.

Кран козловой – кран, у которого мост опирается на крановый путь при помощи двух опорных стоек (рис 4.12).

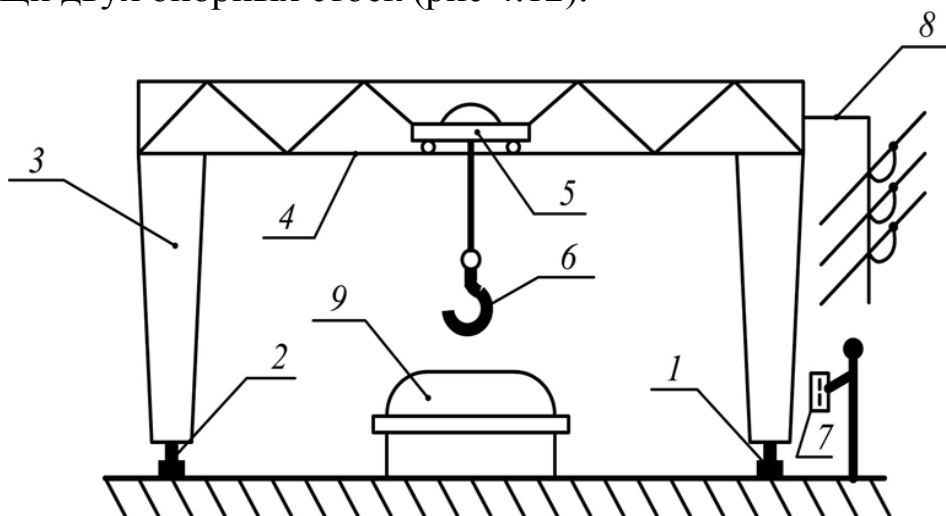


Рис. 4.12. Козловой кран:

1 – рельсы кранового пути; 2 – ходовые колеса; 3 – опорные стойки крана;
4 – мост козлового крана; 5 – грузовая тележка; 6 – грузозахватный орган – крюк;
7 – пульт управления; 8 – гибкий кабель электропитания

По типу грузозахватного органа различают краны: крюковой (грузозахватный орган в виде однорогого или двурогого крюка); магнитный (грузозахватный орган – электромагнит); литейный (оборудован литейным ковшом).

По типу приводов: электрический (выполнен с электрическим приводом); механический (выполнен с механическим приводом); гидравлический (выполнен с гидравлическим приводом).

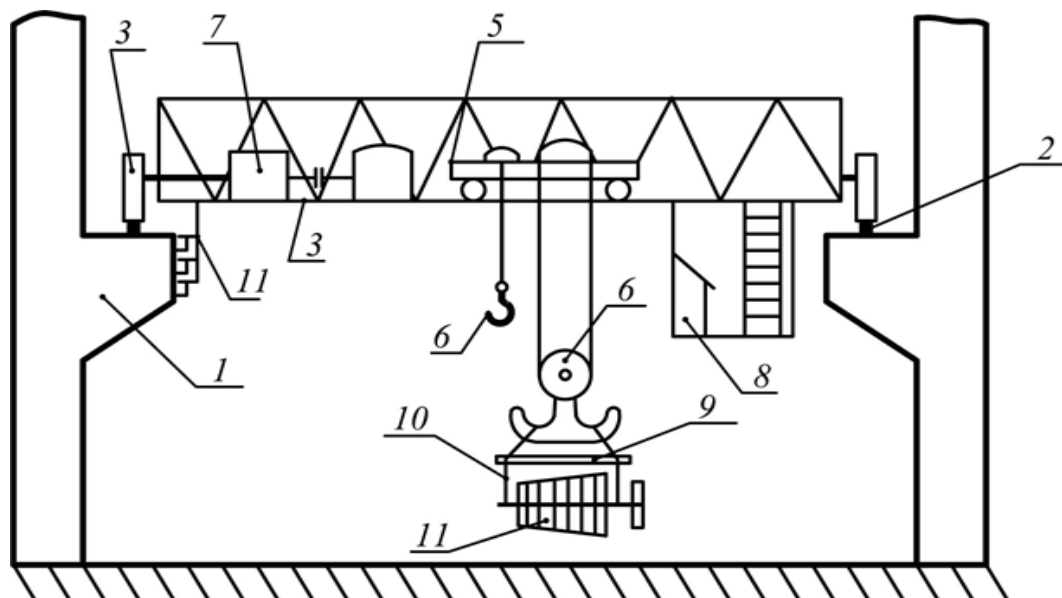


Рис. 4.13. Мостовой кран:

- 1 – строительные колонны; 2 – рельсы подкранового пути; 3 – ходовые колеса;
 4 – мост крана; 5 – тележка грузовая; 6 – грузозахватные органы: большой крюк
 $P = 100$ т, малый крюк $P = 20$ т; 7 – электроприводы движений: моста крана,
 грузовой тележки, большого крюка, малого крюка; 8 – кабина управления краном;
 9 – грузозахватное приспособление – траверса; 10 – стропы;
 11 – поднимаемый груз – ротор турбины; 12 – троллеи электропитания

Основные элементы конструкции крана:

- стальной трос, специально изготовленный, на котором подвешен грузозахватный орган – крюк;
- строп – стальной трос, служащий для строповки перемещаемого груза.

Браковка канатов и стропов осуществляется по числу обрывов проволок z на участке длиной $l = 3d$, $6d$ и $30d$ (d – диаметр каната, стропа).

- $z = 4$, если $l = 3d$;
- $z = 6$, если $l = 6d$;
- $z = 16$, если $l = 30d$.

Ходовые колеса кранов бракуются в следующих случаях:

- при наличии трещин любых размеров;

- если выработка поверхности реборды до 50% от первоначальной толщины;
- если поверхность качения уменьшилась на 2% от первоначального диаметра;
- если разность диаметра колес, связанных между собой кинематически, более 0,5%.

Крановый путь бракуется при наличии следующих дефектов и повреждений:

- трещин и сколов любых размеров;
- износа головки рельса более 15% от неизношенного профиля;
- взаимное смещение торцов стыкуемых рельсов более 2 мм;
- зазор между торцами рельс S более 6 мм при температуре наружного воздуха $t_{\text{нв}} = 0^{\circ}\text{C}$. При изменении температуры $t_{\text{нв}}$ на $\Delta t = \pm 10^{\circ}\text{C}$ зазор между торцами рельс должен изменяться (увеличиваться или уменьшаться на величину $\Delta S = \pm 1,5$ мм) соответственно.

Грузозахватные органы – крюки:

- грузовые крюки изготавливаются ковкой или штамповкой и должны соответствовать государственным стандартам;
- однорogie крюки должны иметь предохранительные замки от соскальзывания стропа;
- все крюки грузоподъемностью выше 3 т устанавливаются на подшипниках качения и должны иметь стопорные планки от самопроизвольного свинчивания гаек крепления крюка;
- все грузовые крюки должны иметь паспорт завода-изготовителя с указанием материала, из которого он изготовлен;
- все крюки должны иметь маркировку с нанесением заводского номера и грузоподъемности.

Требования безопасности

- грузоподъемные краны должны быть снабжены звуковыми сигналами устройствами;
- должно быть обеспечено затормаживание груза при внезапном обесточивании крана или обрыве фазного проводника питающей сети;
- должна быть выполнена защита для снятия напряжения с крана при выходе крановщика (персонала) на галерею моста крана;
- все двери мостовых кранов должны иметь блокировку;
- мостовые краны и другие, работающие на открытом воздухе, должны быть оборудованы противоугонными механическими устройствами – рельсовыми захватами;
- мостовые краны должны быть снабжены упругими демпферными (пружинными) устройствами для смягчения удара об упоры в конце пути;

- мостовые и другие краны должны быть оснащены опорными штырями на случай поломки колес и проседания вниз моста крана на расстояние 20 мм от рельса;

- каждый кран должен быть оборудован (оснащен) аварийным выходом крановщика с крана:

- либо через галерею на подкрановый путь, имеющий поручни;

- либо при помощи ручного механизма перемещения моста крана до посадочной площадки;

- либо при помощи лестницы аварийного схода;

- у магнитных кранов при снятии напряжения с крана по условиям безопасности напряжение с грузового электромагнита не снимается;

- все краны должны быть оснащены устройствами безопасности. К ним относятся:

- ограничители рабочего движения (конечные выключатели) механизма подъема, передвижения тележки и моста;

- защиты, отключающие кран в аварийных режимах (перегрузках, коротких замыканиях, при обрывах фазных проводников), нулевая защита;

- все краны должны иметь защитное заземление.

Механизм подъема груза

Механизм подъема груза является основным рабочим механизмом мостового крана, предназначенным для перемещения груза в вертикальном направлении (подъем и спуск). Опускание груза производится также принудительно, включением двигателя. Кинематическая схема механизма подъема мостового крана приведена на рис. 4.14.

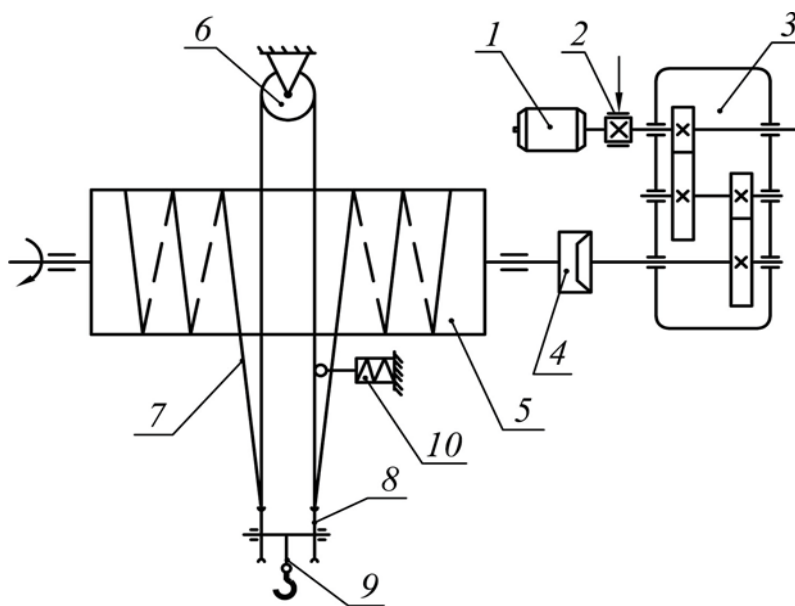


Рис. 4.14. Кинематическая схема механизма подъема мостового крана:

1 – электродвигатель; 2 – упругая муфта-шкив тормоза; 3 – редуктор;

4 – зубчатая муфта сцепления; 5 – барабан; 6 – уравнивательный блок;

7 – канат грузовой; 8 – крюковая подвеска; 9 – крюк; 10 – ограничитель груза

При включении двигателя 1 крутящий момент с его вала через упругую муфту сцепления 2 передается на входной вал редуктора 3. Одновременно муфта 2 выполняет роль шкива электромагнитного тормоза. Увеличенный крутящий момент с выходного вала редуктора 3 через зубчатую муфту сцепления 4 передается на вал-барабан 5. На вращающийся барабан навивается канат 7, что вызывает изменение высоты крюковой подвески 8 и крюка 9. Ограничитель груза 10 служит для отключения приводного двигателя 1, если масса поднимаемого груза превысит паспортную грузоподъемность на 25%.

Тормоза грузоподъемных кранов

На всех кранах механизмы подъема груза снабжаются тормозами. У кранов, транспортирующих расплавленный металл, ядовитые или взрывоопасные вещества, механизмы подъема оборудованы двумя независимыми тормозами. Тормоза на механизмах передвижения моста и тележки устанавливаются только у кранов, работающих на открытом воздухе, а также у кранов, движущихся со скоростью более 32 м/мин.

На мостовых кранах в качестве тормоза механизма подъема применяются колодочные или диско-колодочные тормоза. В колодочных тормозах тормозные колодки прижимаются к наружной поверхности тормозного шкива, насаженного и закрепленного на полумуфте входного вала редуктора, имеющей наименьший крутящий момент. В диско-колодочных тормозах тормозные колодки выполнены плоскими и прижимаются к торцевым поверхностям диска, прочно сидящего на вале редуктора. Колодки тормозов прижимаются к тормозному шкиву или диску, когда приводной двигатель и электромагнит тормоза отключены от сети. Усилие прижатия создается либо пружиной, в случае применения пружинного электромагнитного тормоза, либо положением груза на рычаге при использовании рычажного электромагнитного тормоза. Таким образом, тормоз механизма подъема удерживает груз, когда контакты магнитного контроллера находятся в нулевом положении. При этом превышение тормозного момента M_T на шкиве или диске по сравнению с крутящим моментом $M_{кр}$, создаваемым приводным двигателем, называется коэффициентом запаса торможения, который должен быть равным не менее 1,5, то есть

$$K_T = \frac{M_T}{M_{кр}} \geq 1,5$$

Электрозащитные устройства

Грузоподъемные краны относятся к оборудованию с повышенной опасностью. «Правила устройства электроустановок» требуют введения в систему управления краном защитных устройств.

К ним относятся:

- защита от перегрузок электродвигателей;
- защита от коротких замыканий;
- нулевая защита от исчезновения и внезапной подачи напряжения;
- защита от перехода крайних положений;
- защита от поражения электрическим током обслуживающего персонала.

Защита от перегрузок. Перегрузка электрических приводов возникает либо при неисправностях в механизмах (заклинивание в редукторах, неправильное регулирование тормозов), либо при подъеме груза, вес которого больше предельно допустимого. Защита от перегрузок осуществляется установкой реле максимального тока (Например, $I_{\max} = 50 \div 100$ А). Тепловая защита при перегрузках на кранах не применяется, так как крановые электродвигатели рассчитаны на повторно-кратковременный режим и на значительные перегрузки до 200%, при которых возможны ложные срабатывания тепловых реле.

Защита от коротких замыканий в цепях крана $U = 380$ В осуществляется автоматическими выключателями, имеющими дугогасящие устройства, которые предохраняют контакты от обгорания при размыкании больших токов.

Нулевая защита на кранах необходима для предотвращения произвольного запуска любого двигателя при внезапной подаче напряжения после его исчезновения. Для этой цели используется реле напряжения, замыкающие контакты которого находятся в цепи линейного контактора. Напряжение на него подается лишь при нулевом положении всех контроллеров.

Защита от перехода крайних положений грузозахватного органа (крюка), грузовой тележки и моста крана осуществляется с помощью конечных выключателей.

Надзор и обслуживание

Руководители организаций и индивидуальные предприниматели (владельцы кранов) обязаны обеспечить содержание их в исправном состоянии и безопасность условий работы путем организации технического освидетельствования, осмотра, ремонта, надзора и обслуживания. Для этих целей, согласно ПУЭ, руководитель организации назначает трех инженерно-технических работников:

- 1) ответственного по надзору безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов;
- 2) ответственного за содержание кранов в исправном состоянии;
- 3) ответственного за безопасное производство работ.

Обязанности ответственных служащих устанавливаются в должностных инструкциях. Периодическая проверка знаний ответственных

инженерно-технических работников должна проводиться специальной комиссией с участием инспектора Ростехнадзора не реже одного раза в три года.

Для управления кранами и их обслуживания владелец обязан назначить крановщиков, слесарей по ремонту и электромонтеров, а также назначить стропальщиков для зацепки (обвязки) грузов. Проверка знаний обслуживающего персонала должна проводиться квалификационной комиссией предприятия не реже одного раза в 12 месяцев.

Защитное заземление мостового крана

Принципиальная схема защитного заземления мостового крана показана на рис. 4.15.

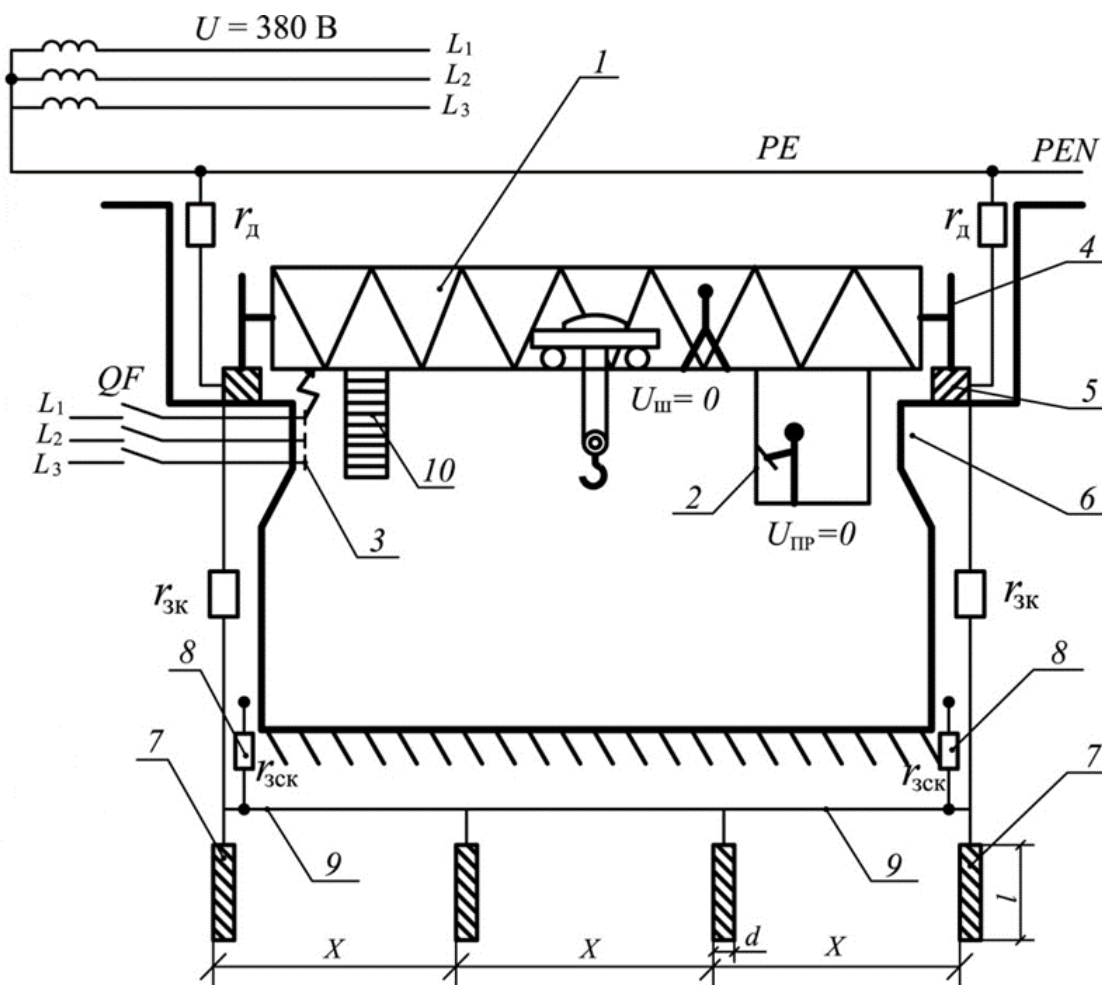


Рис. 4.15. Схема защитного заземления мостового крана:

1 – мост крана; *2* – кабина машиниста; *3* – токоподводящие троллеи; *4* – ходовые колеса; *5* – подкрановый путь; *6* – строительные колонны; *7* – заземлители мостового крана; *8* – заземлители строительных конструкций; *9* – заземляющие проводники;

10 – ремонтная площадка; $r_{зк}$ – сопротивление заземления мостового крана; $r_{зск}$ – сопротивление заземления строительных конструкций; r_o – сопротивление заземления нейтрали трансформатора; r_d – сопротивление заземления дополнительного соединения; *QF* – вводной рубильник

Все мостовые краны должны быть заземлены. Заземление выполняется для защиты людей от поражения электрическим током в случае прикосновения к металлическим частям крана, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции и замыканий фазового проводника на корпус ЭУ. В этом случае возникает разность потенциалов между корпусом ЭУ и мостом крана, равная фазному напряжению $U_{\text{пр}} = U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$. В результате прикосновения к такому корпусу может возникнуть ток смертельной величины ($I_h \geq 100 \text{ мА}$). Обязательному заземлению подлежат крановые металлические конструкции, корпуса электродвигателей, кабелей, вся аппаратура, находящаяся в кабине машиниста (крановщика). Заземление осуществляется надежным электрическим соединением с металлоконструкцией крана, которую, в свою очередь, заземляют через крановый путь. Заземление крановых путей выполняют с обоих концов каждого пути соединением с основным контуром заземления строительной конструкции здания. Кроме того, крановые рельсы присоединяют к нулевому защитному проводнику *РЕ* или *PEN* через сопротивление r_{∂} .

Состояние цепи заземления контролируют одновременно с выполнением ремонтных работ, но не реже одного раза в год в периоды наименьшей проводимости: один раз летом при наибольшем просыхании почвы, один раз зимой при наибольшем промерзании почвы. Дополнительно к заземлению подкрановых путей с сопротивлением r_{∂} способствует снижению потенциала на мосту крана в случае замыкания фазных проводников и повышает надежность защиты при нарушении целостности основной цепи защитного заземления.

Напряжения шага и напряжения прикосновения при эффективной работе защитного заземления на мостовом кране будут всегда иметь нулевые значения, то есть $U_{\text{ш}} = 0$, $U_{\text{пр}} = 0$. Электрическое питание крана должно выполняться от трансформатора с изолированной нейтралью.

Регистрация. Техническое освидетельствование

Все грузоподъемные краны, на которые распространяются настоящие «Правила», подлежат регистрации в местных органах Ростехнадзора. Регистрация проводится по письменному заявлению владельца и паспорту крана. В заявлении должно быть указано наличие у владельца крана ответственных специалистов, прошедших проверку знаний настоящих «Правил», и обученного персонала для обслуживания крана, а также приведены результаты технического освидетельствования.

Краны, подлежащие регистрации в органах Ростехнадзора, подвергаются техническому освидетельствованию (испытанию и осмотру) до их регистрации.

Кроме того, в течение срока службы краны подвергаются:

- частичному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 12 месяцев;
- полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в три года.

Краны, редко используемые (электростанции, химическое и другое производство) подвергаются полным техническим испытаниям один раз в пять лет.

Технические освидетельствования проводятся ответственными лицами по надзору за безопасной эксплуатацией кранов при участии работника, ответственного за содержание кранов в исправном состоянии. При полном техническом освидетельствовании проводится:

- осмотр механизмов, тормозов, электрооборудования, устройств безопасности;
- статическое испытание крана;
- динамическое испытание крана.

Кроме того, при полном техническом освидетельствовании проверяются:

- состояние металлоконструкции крана, его сварных (клепанных) соединений (отсутствие трещин, ослаблений);
- состояние крюка (отсутствие трещин в нарезной части кованых крюков);
- состояние кранового пути;
- состояние канатов и их креплений;
- состояние освещения и сигнализации.

При частичном испытании проводится только осмотр всего оборудования.

Статическое испытание проводится нагрузкой, которая на 25% превышает паспортную грузоподъемность. Кран устанавливается в пролете между опорными строительными колоннами, а его тележка – в середине моста. Груз поднимается на высоту 200÷300 мм и выдерживается 10 минут. При этом специальным отвесом измеряется прогиб моста крана и определяется отсутствие остаточной деформации после опускания груза. При обнаружении остаточной деформации кран не допускается к работе до выяснения причин.

Динамическое испытание проводится грузом, который на 10% превышает паспортную грузоподъемность крана. При этом проверяется действие всех механизмов и тормозов подъемом, опусканием и перемещением груза не менее трех раз.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды электротравм.
2. Перечислите средства защиты от поражения электрическим током.
3. Причины пожаров при сварочных работах.
4. Перечислите опасные факторы пожара.
5. К какой категории по взрывопожарной опасности относятся помещения, в которых используются процессы сварки?
6. Перечислите принципы прекращения горения.
7. Кто в организации обеспечивает наличие, исправность, периодический осмотр и проверку огнетушителей?
8. Какие огнетушители и установки пожаротушения применяют на производстве?
9. Действия при обнаружении пожара или признаков горения в здании.
10. Перечислите причины аварий газовых баллонов.
11. Как часто проводят освидетельствование баллонов с газом?
12. Каково должно быть остаточное давление рабочего тела в баллоне после его использования?
13. Назовите предельные нормы переноса тяжестей для женщин и мужчин старше 18 лет.
14. Какой вид кранов обладает максимальной грузоподъемностью, устойчивостью и надежностью?
15. Перечислите основные требования безопасности, предъявляемые к грузоподъемным кранам.
16. Периодичность технического освидетельствования грузоподъемных кранов.

5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

5.1. МИКРОКЛИМАТ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ

5.1.1. Микроклимат производственных помещений

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда. Санитарные правила СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- а) температура воздуха;
- б) температура поверхностей;
- в) относительная влажность воздуха;
- г) скорость движения воздуха;
- д) интенсивность теплового облучения.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Воздушная среда из всех элементов, составляющих среду обитания и деятельности человека, является важнейшей. Природный воздух представляет собой сложную динамическую систему, образованную различными газами (и парами) и находящимися во взвешенном состоянии мельчайшими твердыми и жидкими частицами – *аэрозолями*. Под *загрязнением воздуха* понимается прямое или косвенное введение в него любого вещества в таком количестве, которое изменяет качество и состав чистого атмосферного воздуха, нанося вред людям, живой и неживой природе.

Важнейшим газообразным веществом, определяющим качество воздуха, является водяной пар. Чем сильнее нагрет воздух, тем большее количество водяного пара он может содержать. Отношение содержащегося водяного пара к тому предельному количеству, которое может содержаться в воздухе при данной температуре, называется *относительной влажностью*.

Важнейшей характеристикой воздушной среды является *барометрическое давление*, поскольку разница барометрического давления и давле-

ния воздуха в альвеолах легких определяет величину газообмена. Барометрическое давление считается и называется нормальным на уровне моря (одна атмосфера) и экспоненциально убывает с высотой.

Помимо газового состава и барометрического давления, важнейшей характеристикой воздушной среды служит **температура воздуха**. В сочетании с подвижностью (скоростью) движения воздуха относительно тела человека температура воздуха определяет характер теплообмена – нагрев или охлаждение тела человека.

Жизнедеятельность человека может нормально протекать лишь при условии сохранения температурного гомеостаза организма, что достигается за счет системы терморегуляции и деятельности других функциональных систем: сердечно-сосудистой, выделительной, эндокринной и систем, обеспечивающих энергетический, водно-солевой и белковый обмен.

Для сохранения постоянной температуры тела организм должен находиться в термостабильном состоянии, которое оценивается по тепловому балансу. Тепловой баланс достигается координацией процессов теплопродукции и теплоотдачи.

Микроклимат по степени влияния на тепловой баланс человека подразделяется на:

- нейтральный;
- нагревающий;
- охлаждающий.

Нейтральный микроклимат – это такое сочетание его составляющих, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах ± 2 Вт, доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

Охлаждающий микроклимат – это сочетание параметров, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека (> 2 Вт).

Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Нагревающий микроклимат – сочетание его параметров, при котором имеет место изменение теплообмена человека с окружающей средой,

проявляющееся в накоплении тепла в организме (> 2 Вт) и/или в увеличении доли потерь тепла испарением влаги ($>30\%$).

Воздействие нагревающего микроклимата вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

Тепловой удар очень опасен. Даже при раннем выявлении каждый пятый случай является смертельным. При общем тепловом застое значительно повышается температура тела, что приводит к прямому повреждению тканей, особенно центральной нервной системы. Тошнота и рвота предшествуют шоковой стадии с глубокой потерей сознания, иногда сопровождающейся судорогами. Вследствие расстройства центра терморегуляции снижается потообразование. Кожа горячая, сухая, сначала имеет красный цвет, а потом приобретает серую окраску. Смертность тем выше, чем выше температура тела.

Воздействие комплекса микроклиматических факторов отражается на теплоощущении человека и обуславливает особенности физиологических реакций организма. Жизнедеятельность каждого индивидуума сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Ее количество зависит от степени физического напряжения, то есть энергозатрат в определенных климатических условиях и составляет от 50 Вт в состоянии покоя до 500 Вт при физических нагрузках. Для того чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду. Нарушение теплового баланса может привести к перегреву либо к переохлаждению организма и, как следствие, к потере трудоспособности, быстрой утомляемости, потере сознания и тепловой смерти. Температурные воздействия, выходящие за пределы нейтральных колебаний, вызывают изменения тонуса мышц, периферических сосудов, деятельности потовых желез, теплопродукции. В плохом микроклимате часто возникают аллергические заболевания и расстройства центральной нервной системы.

Переносимость человеком температуры и его тепловые ощущения в значительной мере зависят от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев организма. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое состояние человека оказывает высокая влажность в сочетании с высокой температурой - более 30°C , так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую сре-

ду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу.

Недостаточная влажность воздуха неблагоприятна для человека из-за интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем загрязнения болезнетворными микробами. Для человека является допустимым снижение его массы на 2 - 3 % путем испарения влаги (обезвоживание организма). Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения. Испарение влаги на 15 - 20 % приводит к летальному исходу.

Высокая интенсивность теплового облучения - инфракрасное излучение и высокая температура воздуха могут оказать крайне неблагоприятное воздействие на организм человека. Тепловое облучение интенсивностью до 350 Вт/м^2 не вызывает неприятного ощущения, при 1050 Вт/м^2 уже через 3 - 5 мин на поверхности кожи появляется неприятное жжение, температура кожи повышается на $8 - 10^\circ\text{C}$, а при 3500 Вт/м^2 через несколько секунд возможны ожоги. При облучении интенсивностью $700 - 1400 \text{ Вт/м}^2$ частота пульса увеличивается на 5 - 7 ударов в минуту. Время пребывания в зоне теплового облучения лимитируется в первую очередь температурой кожи, болевое ощущение появляется при температуре кожи $40 - 45^\circ\text{C}$, в зависимости от участка тела.

Помимо непосредственного воздействия на человека лучистая теплота нагревает окружающие конструкции. Эти вторичные источники отдают теплоту окружающей среде излучением и конвекцией, в результате чего температура воздуха внутри помещения повышается.

Санитарные нормы оптимального микроклимата в помещениях дифференцируют для теплого и холодного периодов года. *Холодный период года* - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^\circ\text{C}$ и ниже. *Теплый период года* - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^\circ\text{C}$. *Среднесуточная температура наружного воздуха* - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. *Разграничение работ по категориям* осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Характеристика отдельных категорий работ (Iа, Iб, IIа, IIб, III) представлена в табл. 5.1.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение

ние 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Таблица 5.1

Категории работ на основе общих энергозатрат организма

Категории работ	Энерготраты, Вт	Характер работ, примеры видов работ и профессий
Ia	до 139	Ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и тому подобное
Iб	140 - 174	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и тому подобное)
IIa	175 - 232	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и тому подобное)
IIб	233 - 290	Работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и тому подобное)
III	более 290	Работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и тому подобное)

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления

технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяются Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 5.2, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 5.2 для отдельных категорий работ.

Таблица 5.2

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового состояния человека, одетого в комплект одежды с теплоизоляцией 1 кло в холодный период года и 0,7 - 0,8 кло в теплый период года на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и/или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в

случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 5.3 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 5.3

**Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах
производственных помещений**

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С		Температура поверхностей, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин
Холодный	Ia (до 139)	20,0 – 21,9	24,1 - 25,0	19,0 - 26,0	15 - 75*	0,1	0,1
	Iб (140 - 174)	19,0 - 20,9	23,1 – 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
	IIa (175 - 232)	17,0 - 18,9	21,1 - 23,0	16,0 - 24,0	15 - 75	0,1	0,3
	IIб (233 - 290)	15,0 – 16,9	19,1 - 22,0	14,0 - 23,0	15 - 75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0 - 15,9	18,1 - 21,0	12,0 - 22,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	20,0 - 29,0	15 - 75*	0,1	0,2
	Iб (140 - 174)	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75*	0,1	0,3
	IIa (175 - 232)	18,0 – 19,9	22,1 – 27,0	17,0 - 28,0	15 - 75*	0,1	0,4
	IIб (233 - 290)	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0 - 28,0	15 - 75*	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0 - 17,9	20,1 - 26,0	14,0 - 27,0	15 - 75*	0,2	0,5

*При температурах воздуха 25⁰С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями:

70 % - при температуре воздуха 25 С;

65 % - при температуре воздуха 26 С;

60 % - при температуре воздуха 27 °С;

55 % - при температуре воздуха 28 °С.

******При температурах воздуха 26 -28 °С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями:

0,1 - 0,2 м/с - при категории работ Ia;

0,1 - 0,3 м/с - при категории работ Ib;

0,2 - 0,4 м/с - при категории работ IIa;

0,2 - 0,5 м/с - при категориях работ IIб и III.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3 °С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:

– при категориях работ Ia и Ib - 4 °С;

– при категориях работ IIa и IIб - 5 °С;

– при категории работ III - 6 °С.

При этом абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в табл. 5.3 для отдельных категорий работ.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и другого) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25 - 50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и другое) не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин:

25 °С - при категории работ Ia;

24 °С - при категории работ Іб;
22 °С - при категории работ Іа;
21 °С - при категории работ Іб;
20 °С - при категории работ ІІ.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия (например, системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

Состояние воздушной среды в открытых сборочно-сварочных производствах (температура, относительная влажность, скорость движения воздушной струи, содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны) должно обеспечиваться системами вентиляции, устройствами местных отсосов, применением стационарных или передвижных фильтров.

Обеспечение приемлемого состояния воздушной среды при сварке внутри емкостей, замкнутых пространств, сопровождающейся быстрым образованием высоких концентраций газов и аэрозоля в зоне дыхания сварщика и неблагоприятными метеорологическими условиями, требует применения специальных санитарно-технических и организационных мероприятий, так как в этих условиях резко повышается интенсивность теплового облучения и для его нейтрализации требуется применение воздушного душирования места производства работ, обеспечение подвижности подаваемого воздуха от 0,7 до 2 м/с для создания необходимого теплоотвода, отвода образующихся при сварке вредных веществ из зоны дыхания сварщика и исключения при этом опасности простудного заболевания сварщика.

Производство сварочных работ внутри замкнутых пространств без вентиляции не допускается.

В целях защиты работающих от возможного перегрева или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, указанными в табл. 5.5 и 5.6.

Таблица 5.5

**Допустимая продолжительность пребывания на рабочих местах
при температуре воздуха выше допустимых величин**

Температура воздуха на рабо- чем месте, ° С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч		
	Ia - Ib	IIa - IIб	III
32,5	1	-	-
32,0	2	-	-
31,5	2,5	1	-
31,0	3	2	-
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	-	7	5,5
27,0	-	8	6
26,5	-	-	7
26,0	-	-	8

Таблица 5.6

**Допустимая продолжительность пребывания на рабочих местах
при температуре воздуха ниже допустимых величин**

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч				
	Ia	Iб	IIa	IIб	III
6	-	-	-	-	1
7	-	-	-	-	2
8	-	-	-	1	3
9	-	-	-	2	4
10	-	-	1	3	5
11	-	-	2	4	6
12	-	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	-
15	3	4	6	8	-
16	4	5	7	-	-
17	5	6	8	-	-
18	6	7	-	-	-
19	7	8	-	-	-
20	8	-	-	-	-

Метеорологические условия в рабочей зоне сварщика следует принимать для работы средней тяжести при незначительных избытках явного тепла.

5.1.2. Вредные вещества, их характеристика

При сварочных работах выделяются вредные газы и аэрозоли, количество и состав которых зависят от способа сварки, свариваемых металлов и сварочных материалов, режима сварки. Особенно опасны для здоровья аэрозоли марганца, которые могут вызвать длительное и стойкое поражение нервной системы, вплоть до паралича. Многие оксиды, попадая на слизистую оболочку органов дыхания разрушают ее, вызывают аллергические явления, кровотечение и даже бронхиальную астму. Отравление окисью цинка известно под названием латунной лихорадки. При этом заболевании у рабочего сначала появляется сладковатый привкус во рту, жажда, теряется аппетит. Затем наступает общая усталость и появляется боль в груди, ломота во всем теле, тошнота, а иногда и рвота, озноб, сменяющийся повышением температуры и сильным потовыделением.

Отравление окислами свинца сопровождается ощущением металлического привкуса во рту, отрыжками, потерей аппетита и общим упадком сил. Через 2-3 месяца у больного отмечается резко выраженная бледность кожи, а вокруг десен образуется лилово-серая полоска. Отравление расстраивает пищеварение и нервную систему. При сильных отравлениях окислами свинца в верхней части живота начинаются колики, сопровождающиеся судорогами и сильными головными болями.

Еще более опасны отравления окислами кадмия. Отравление парами окислов марганца не столь ощутимо, однако вдыхание их в повышенных дозах на протяжении нескольких лет завершается расстройством центральной нервной системы.

При сварке с использованием флюсов и покрытий электродов, содержащих фтор, кремний, хлор, в атмосферу выделяется хлористый, фтористый и кремнефтористый водород. Попадая на слизистую оболочку носа или в легкие, эти газы соединяются с влагой и образуют кислоты, вызывающие ощущение насморка.

Токсикологические свойства некоторых веществ приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Токсикологические свойства веществ

Вредные вещества	Характер химического воздействия	Токсикология
1	2	3
Алюминия оксид	Токсическое, канцерогенное, влияние на репродук-	Воздействие на легкие, кровеносную систему

1	2	3
	тивную функцию	
Диоксид кремния	Раздражающее, токсическое	Раздражение дыхательных путей
Железо	Токсическое	Фиброгенное действие, при котором нарушается функционирование легких, поражение желудочно-кишечного тракта поражения печени, почечная недостаточность
Кадмий	Канцерогенное	эмфизема легких, повреждения почечных канальцев, изменения функции печени, анемия, гипертония, остеопороз
Марганец	Мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию токсическое, sensibilizing	Действует на центральную нервную, сердечно-сосудистую и эндокринную систему, способен вызывать экзему, поражает почки, органы кровообращения, легкие, нарушения в наследственном аппарате человека
Медь и ее соединения	Токсическое, sensibilizing	Воздействие на желудочно-кишечный тракт, печень, почки, кровеносную систему
Никель и его соединения	Канцерогенное	Влияет на кровеносную и центральную нервную систему, является канцерогеном
Озон	Мутагенное, канцерогенное и токсическое	Кашель, головная боль, одышка, боли в горле, воздействие на сердечно-сосудистую систему
Сажа	Раздражающее	Конъюнктивит, раздражение роговицы. Сухость кожи, гнойничковые заболевания кожи и подкожной клетчатки, дерматиты
Свинец и его соединения	Токсические, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию	Воздействие на кроветворную и нервную системы, почки
Углерода оксид	Токсическое	СО вытесняет кислород из гемоглобина крови, нарушая дыхание
Хромовый ангидрид	Канцерогенное раздражающие, sensibilizing	Заболевания верхних путей, печени, почек, кожи. Является канцерогеном
Фтористый водород, соли фтористоводородной кислоты	Канцерогенное, мутагенное sensibilizing	Раздражение верхних дыхательных путей, глаз, заболевания сердечно-сосудистой системы и

1	2	3
		печени
Хлориды	Раздражающее, токсическое	Раздражение слизистых оболочек, глаз, кожных покровов, дыхательных путей; заболевания желудочно-кишечного тракта, системы кровообращения
Цинк и его соединения	Раздражающее, мутагенное, канцерогенное, влияние на репродуктивную функцию	Заболевания верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, кровеносной системы

Согласно ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [31] содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в воздухе рабочей зоны – это максимальная концентрация, которая при ежедневной работе 8 час, но не более 40 час в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Вредные вещества разделены на четыре класса опасности:

- 1 класс - чрезвычайно опасные,
- 2 класс - высоко опасные,
- 3 класс - умеренно опасные,
- 4 класс - мало опасные.

ПДК вредных веществ и класс опасности приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

ПДК вредных веществ и класс опасности

Вредные вещества	Химическая формула	ПДК	Класс опасности
1	2	3	4
Алюминий	Al	6/2	3
Вольфрам и его соединения	W	-/6	4
Диоксид кремния (при содержании в пыли более 70%)	SiO ₂	3/1	3
Железо	Fe	-/10	4
Кадмий	Cd	0,05/0,01	1
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20%	Mn	0,6/0,2	2

Окончание табл. 5.7

1	2	3	4
20-30%		0,3/0,1	
Медь и ее соединения	Cu	1/0,5	2
Никель и его соединения	Ni	0,05	1
Свинец и его соединения	Pb	-/0,05	1
Углерода оксид	CO	20	4
Фтористый водород	HF	0,005	1
Соли фтористоводородной кислоты		0,5	1
Хромовый ангидрид	Cr ₂ O ₃	3/1	3
Цинк оксид	ZnO	1,5/0,5	2
Озон	O ₃	0,1	1

Примечание. Одно значение гигиенического норматива, приведенное в графе 3, соответствует максимально разовой предельно допустимой концентрации вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК м.р.); если приведено два значения гигиенического норматива, это означает, что в числителе стоит значение максимально разовой предельно допустимой концентрации (ПДК м.р.), а в знаменателе - среднесменной предельно допустимой концентрации (ПДК с.с.).

Количество выделяемых при сварочных работах примесей на 1 кг расходуемого сварочного материала в зависимости от способа сварки приведено в табл. 5.8 и табл. 5.9.

Таблица 5.8

Сварка в среде инертного газа

Способ сварки	Свариваемый материал	Вредные вещества	
		Наименование	Количество, г
Сварка в инертных газах плавящимся электродом	Алюминиевые сплавы	Пыль	20
		Окись азота	2,5
		Окись магния	3
		Озон	0,1
	Сплавы титана	Пыль	5
		Озон	0,1
	Сплавы меди	Пыль	11
		Медь и ее окислы	0,7
		Окислы никеля	0,02
		Окислы свинца	0,02
Сварка в инертных газах неплавящимся электродом	Алюминиевые сплавы	Пыль	5
		Соединения вольфрама	1,5
		Окись магния	0,75
		Озон	0,68

Сварка в среде углекислого газа

Свариваемый материал	Вредные вещества	
	Наименование	Количество, г
Сталь углеродистая и низколегированная при сварочном токе 120-300А	Пыль	8
	Окись марганца	0,5
	Окись хрома	0,02
	Окись никеля	0,03
	Окись углерода	5
Сталь углеродистая и высоколегированная при сварочном токе 350-430А	Пыль	14
	Окись марганца	0,8
	Окись хрома	0,03
	Окись никеля	0,03
	Окись углерода	5
Сталь высокопрочная при сварочном токе 300А	Пыль	8
	Окись марганца	0,2
	Окись хрома	0,6
	Окись никеля	0,1
	Окись углерода	5

Существуют строгие требования в области вентиляции при сварочных работах. Для улавливания сварочного аэрозоля на стационарных постах, а где это возможно, и на нестационарных нужно устанавливать местные отсосы в виде вытяжного шкафа вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания, стола с подрешеточным отсосом и др. При сварке крупногабаритных серийных конструкций на кондукторах, манипуляторах и тому подобное местные отсосы необходимо встраивать непосредственно в эти приспособления. При автоматической сварке под флюсом, в защитных газах, электрошлаковой сварке применяют устройства с местным отсосом газов.

5.1.3. Отопление

Свод правил СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [33] устанавливает минимально необходимые требования к системам отопления, вентиляции, кондиционирования, внутреннего тепло- и холодоснабжения для обеспечения комплексной безопасности зданий:

- безопасности механической, пожарной, для защиты и обеспечения необходимого уровня сохранности зданий при различных природных и техногенных воздействиях и явлениях, жизни и здоровья человека при неблагоприятных воздействиях внешней среды (в том

числе необходимых условий для людей в процессе эксплуатации зданий);

- охраны окружающей среды;
- повышения энергетической энергоэффективности зданий и сокращения расхода невозобновляемых природных ресурсов при строительстве и эксплуатации.

В зданиях следует предусматривать технические решения, обеспечивающие:

а) взрывопожаробезопасность систем внутреннего тепло и холодоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования;

б) нормируемые параметры микроклимата и концентрацию вредных веществ в воздухе в рабочей зоне производственных помещений в зданиях любого назначения;

в) нормируемые уровни шума и вибраций в здании при работе оборудования и систем тепло и холодоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования. Для систем аварийной вентиляции при работе или опробовании в помещениях, где установлено это оборудование, допускается, согласно ГОСТ 12.1.003 [34], шум не более 110 дБА, а импульсный шум - не более 125 дБА;

г) нормируемое качество воздуха;

д) нормируемую чистоту воздуха в чистых помещениях;

е) охрану атмосферного воздуха от вентиляционных выбросов вредных веществ;

ж) повышение энергетической эффективности зданий;

з) сокращение расхода невозобновляемых ресурсов при строительстве;

и) ремонтпригодность систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования.

Тепловую изоляцию отопительно-вентиляционного оборудования, трубопроводов внутренних систем теплохолодоснабжения, воздухопроводов, дымоотводов и дымоходов следует предусматривать для:

- предупреждения ожогов;
- обеспечения менее допустимых потерь теплоты (холода);
- исключения конденсации влаги;
- исключения замерзания теплоносителя в трубопроводах, прокладываемых в неотапливаемых помещениях или в искусственно охлаждаемых помещениях;
- обеспечения взрывопожаробезопасности.

Температура поверхности тепловой изоляции не должна превышать 40 °С.

Отопительно-вентиляционное оборудование, трубопроводы и воздухопроводы не следует размещать в указанных помещениях, если отсутствует

техническая возможность снижения температуры поверхности тепловой изоляции до указанного уровня. Теплоизоляционные конструкции следует предусматривать согласно СП 61.13330 [35].

Возможные системы отопления для помещений категорий Г: воздушная, водяная и паровая с радиаторами при температуре теплоносителя - воды не более 75 °С, пара не более 130 °С, водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы, электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150 °С.

5.1.4. Вентиляция

Процессы сварки характеризуются выделением сварочного аэрозоля высокой дисперсности (99% частиц размером менее 1 - 2 мкм) и сложного химического состава, зависящего от состава обмазки электродов и свариваемого металла. При сварке в общем помещении концентрации сварочного аэрозоля в районе дуги составляют 5 мг/м³, исчезая в радиусе 1 - 1,5 м от нее, в замкнутых и полужамкнутых пространствах они возрастают до 100 - 250 мг/м³. При сварке электродами, в обмазке которых содержится до 25% марганца, 20% ферромарганца и ферросилиция, в сварочном аэрозоле соответственно определяется до 8% марганца, 2 - 20% двуокиси кремния. При ручной дуговой сварке марганцевыми и фторкальциевыми электродами в воздушной среде обнаруживают окись марганца (до 0,22 мг/м³), фтор, окись углерода, окислы азота; при сварке аустенитовыми и другими хромсодержащими электродами - хром (0,12-0,15 мг/м³). На 1 кг сжигаемых марганцевых электродов выделяется 18 - 46 г пыли. Несколько более благоприятны в отношении пыле- и газовой выделения процессы сварки под слоем флюса, при которых выделяются в 10 - 15 раз меньше марганца, и контактная сварка с применением автоматов и полуавтоматов. При сварке под слоем флюса на 1 кг наплавленного металла выделяется 330 - 400 мг соединений фтора. При сварке меди в воздухе определялись в различных, нередко высоких, концентрациях окислы меди, железа, хромовый ангидрид, двуокись кремния, озон, окислы азота, окись углерода, соединения фтора. Окислы цинка и свинца присутствуют в воздушной среде при сварке этих металлов и их сплавов (свинцовая бронза). Неизменным компонентом при сварке алюминиево-бериллиевых сплавов является окись бериллия. Именно поэтому к созданию вентиляционной системы в сварочном цеху выдвигаются повышенные требования.

Существуют строгие требования в области вентиляции при сварочных работах. Для улавливания сварочного аэрозоля на стационарных постах, а где это возможно, и на нестационарных нужно устанавливать местные отсосы в виде вытяжного шкафа вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания стола с подрешеточным отсосом и др.

При сварке крупногабаритных серийных конструкций на кондукторах, манипуляторах и т. п. местные отсосы необходимо встраивать непосредственно в эти приспособления. При автоматической сварке под флюсом, в защитных газах, электрошлаковой сварке применяют устройства с местным отсосом газов.

Вытяжную вентиляцию цехов следует предусматривать естественную из верхней зоны, приточно-механическую для холодного периода года и естественную в нижнюю зону для теплого периода. Допускается механическая вытяжка из верхней зоны.

При газопламенной обработке металлов сжиженными газами и отсутствии отсосов $2/3$ воздуха следует удалять из нижней зоны (механическим путем) и $1/3$ из верхней.

Подачу воздуха следует предусматривать следующим образом:

- при сварке и резке на нестационарных местах сосредоточенно в верхнюю зону с регулируемым углом наклона струи;
- при сварке в среде инертных газов и при наличии зонной вытяжки, а также в цехах при наличии местных отсосов — рассредоточено в рабочую зону или струями, направленными в рабочую зону с высоты 4 - 6 м (воздухораспределители типа НРВ).

Вентилирование емкостей в большинстве случаев требует применения вентиляторов высокого давления и гибких шлангов и может осуществляться: как с созданием организованного воздухообмена в емкости подачей чистого наружного воздуха в емкость и вытяжки из нее, так и с удалением загрязненного воздуха непосредственно вблизи электросварочной дуги (рис. 5.1) или вентилированием только зоны дыхания сварщика путем, например, подачи чистого воздуха под маску или под щиток сварщика. При организованном воздухообмене в емкости подаваемый в емкость чистый воздух в холодное время может быть подогрев до нужной температуры.

Эффективная система вентиляции сварочного цеха являет собой сбалансированную приточно-вытяжную систему, которая должна демонстрировать высокие результаты очищения воздуха при сравнительно низких энергетических затратах. В сварочном цехе используют общеобменную и местную приточно-вытяжную вентиляционную систему.

Согласно СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» [36]:

- скорость движения воздушного потока при установке вентиляции местного назначения должна составлять 0,8-2,1 м/с;
- при расходе сварочных материалов более 0,21 г/час необходима установка общеобменной вентиляции. При меньших показателях по-

требления электродов можно обойтись лишь местной системой воздухообмена;

- скорость движения воздушных масс непосредственно в области сварочных работ должна составлять 0,4-1,0 м/с;
- поток свежих воздушных масс должен быть направлен на сварку;
- при использовании сварочного аппарата в закрытых емкостях или при повышенной интенсивности должен приток чистого воздуха температурой более 19 °С подаваться непосредственно к маске рабочего.

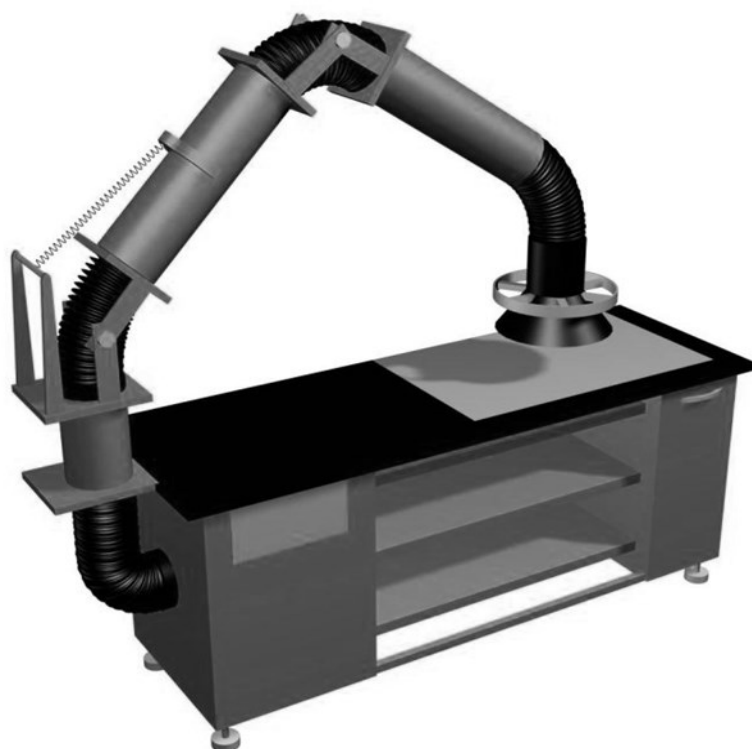


Рис. 5.1. Принцип организации сварочного поста

Система вентиляции цеха должна:

- устранять вредные вещества посредством местной вентиляции;
- обеспечивать микроклимат в помещении согласно санитарным нормам N 1009-73;
- устранять химические компоненты с помощью общеобменной вентиляции.

Количество вредных веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны в зависимости от типа сварки, представлено в табл. П1. Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварочных работах представлены в табл. П2. Количество воздуха, необходимое для растворения до предельно допустимых концентраций сварочных аэрозолей, приведено в табл. П3.

Типы применяемых местных отсосов и рекомендуемые скорости подачи воздуха в зависимости от используемого технологического оборудования представлены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Местные отсосы

Наименование технологического оборудования или место расположения укрытия	Тип местного отсоса	Скорость воздуха, м/с	Объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч	Альбом чертежей типовых отсосов и укрытий
1	2	3	4	5
Ручная электродуговая сварка				
Стол для сварки мелких изделий		0,5-0,7 в рабочем проеме	600-800	
Столы на стационарных постах	Панели равномерного всасывания	3-4 в живом сечении с проверкой скорости у источника выделения вредностей	По расчету	Серия 4.904-37
В закрытых объемах	Отсос системы ЛИОТ с применением вакуум-насосной установки	6,5		Серия 4.904-37
Сварка под слоем флюса				
	Встроенный отсос		35-42	Альбом ПИ-1
Универсальный сварочный автомат АБС при наплавке	Приближенный щелевой отсос		800	Серия ОВ-02-151
Сварка в среде защитных газов				
Автомат АДК-500-6 для сварки в среде углекислого газа	Верхний щелевой отсос		500	Серия ОВ-02-151
Газопламенная обработка металла				
Стол	Вытяжка из шкафа		1000	Серия ОВ-02-151
Машинная резка на раскроечном столе	Нижний секционный отсос 1,5х1,5 м	2,5-3,3 в живом сечении	6000	Чертежи ВНИИОТ ВЦСПС, Ленинград

1	2	3	4	5
Контактная электросварка				
Машина для точечной сварки МТП-75	Верхний отсос от места сварки		380	
Машина для точечной сварки АТП-10	Щелевой отсос от электрода		380	

Номинальные скорости движения воздуха, создаваемые местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать данным табл. 5.11.

Таблица 5.11

Скорости движения воздуха в зависимости от вида сварки

Вид сварки	Скорость движения воздуха, м/с
- при ручной сварке	не менее 0,5;
- при сварке в углекислом газе	не более 0,5
- при сварке в инертных газах	не более 0,3;
- при резке титановых сплавов и низколегированных сталей:	
а) газовой	не менее 1,0
б) плазменной	не менее 1,4
- при плазменной резке алюминиево-магниевых сплавов и высоколегированных сталей	не менее 1,8
- при плазменном напылении	не менее 1,3
- при заточке торированных вольфрамовых электродов	не менее 1,5

В соответствии с ГОСТ 12.3.003-86 сварочный цех должен быть обустроен местной вентиляцией со скоростью отсоса отработанного воздуха более 1,5 м/с. Местная вентиляция может быть смонтирована с использованием подвижной всасывающей насадки, соединенной с гибким вентиляционным шлангом.

При использовании автоматического типа сварки удаление газов и химических веществ происходит посредством щелевидных отсосов длиной не более 350 мм, расположенных на высоте 50 мм от непосредственного места сварки. Если сварочный аппарат не позволяет установить щелевой отсос необходимой длины, тогда рационально применять нескольких местных отсосов (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Местная вентиляция необходима над каждым рабочим местом сварщика

Интенсивность выделения вредных веществ, как установлено экспериментально, находится в прямой зависимости от силы сварочного тока. ВЦНИИОТом была предложена следующая формула для определения объема воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), удаляемого при сварке под флюсом:

$$L = K \sqrt[3]{A}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $K=12$ для одинарных щелевых отсосов и $K=16$ для нескольких щелевых отсосов, A – сила тока, поставляемого сварочным аппаратом.

Местные отсосы присоединяются к общеобменному каналу с помощью гибкого шланга в том случае, когда сварочный аппарат передвигается не более чем на 2 м. При ходе аппарата свыше 2 м используются подвижные вентиляционные устройства.

Аргонные и углекислотные сварочные аппараты оборудуются местной вентиляционной системой с нижним отсосом производительностью $2000 \text{ м}^3/\text{час}$. Также следует установить регулирующий клапан.

Местная вентиляционная система должна удалять более 75% вредных компонентов от объема воздушных масс. Остальные 25% вытягиваются общеобменной вентиляционной системой.



Рис. 5.3. Разработка проекта вентиляции сварочного цеха выполняется профильными специалистами

Вентиляторы общеобменной вентиляции устанавливаются на одну стену на высоте до 4 м и обеспечивают стабильное поступление свежих воздушных масс. Вентиляторы производительностью $7000 \text{ м}^3/\text{час}$ устанавливаются на той же высоте на стене напротив притока воздушных масс. Они и устраняют загрязненный воздух. Данная схема (горизонтальный воздухообмен) может быть использована для цехов, расстояние между притоком и вытяжкой которых не составляет более 100 м. В том случае, когда расстояние больше воздушные массы «зависают», а вредные вещества скапливаются, эффективность системы существенно снижается. При такой проблеме необходимо установить дополнительные вентиляторы или струйные аппараты, которые будут ускорять поток свежих воздушных масс.

Для обустройства вертикального воздухообмена потребуется установить несколько вентиляторов в подвальном помещении, которые будут поставлять свежий воздух в цех посредством вентиляционных шахт. Отверстия при таком монтаже монтируются в полу и закрываются специальными решетками с ячейками, диаметр которых не превышает 50 мм. Скорость воздушных масс должна составлять 4,5 м/с при выходе от вентиляторов и соответственно 0,1 м/с при входе в помещение. Производительность приточных вентиляторов для помещения 30x20 м составляет $3400 \text{ м}^3/\text{час}$. Вытяжные вентиляторы устанавливаются на высоте до 6 м, как правило, на крыше. Их производительность составляет $6800 \text{ м}^3/\text{час}$. Такая вентиляционная система способна в кратчайшие сроки очистить

воздух в цеху и снизить концентрацию вредных веществ в воздухе до приемлемых значений.

В учебном пособии «Проектирование вентиляции сборочно-сварочных цехов» О.Я. Логунова[37] представлена подробная информация монтажа вентиляционной системы сварочного цеха с указанием всех расчетов и схем. Согласно инструкции:

- вентиляционная система сварочного цеха должна быть автономной;
- использование методики рециркуляции воздушных масс категорически запрещено;
- приточный воздух должен подогреваться или охлаждаться (в зависимости от температурных показателей) перед подачей в цех;
- объем воздуха при ручной сварке должен составлять до 4500м³/час, при использовании автоматического аппарата – 2000м³/час, при использовании порошковой проволоки – 5400 м³/час.

Если местная вытяжная вентиляция не удаляет вредные газы и пары ядовитых веществ, например, при работе в закрытых сосудах, то рекомендуется пользоваться изолирующими аппаратами ШР-1, ША-40, ДПА-4 или масками, в которые по специальным шлангам подается чистый воздух.

Технические характеристики респираторов типа «Снежок», выпускаемые серийной промышленностью, приведены в табл. 5.12.

Таблица 5.12.

Характеристики респираторов типа «Снежок»

Характеристика	«Снежок ГП-В»		«Снежок ГП-Озон»	
	201	301	201	301
Степень защиты	II-III	III	II-III	III
Сопротивление постоянно- му потоку воздуха с затра- той 30 дм ³ /ин, Па: -на вдох -на выдох	22-30 22	34 28	24-34 24	38 30
Коэффициент проникнове- ния аэрозоли, %, с диамет- ром частиц: -0,44-3,5 мкм - 0,6-0,8 мкм	3,4	14	3,4	14
Время защитного действия респиратора, мин - твердой составляющей аэрозоли (100 мг/м ³) -газ	540- 180	300- 180	540- 300	300- 300
Масса, г	55	40	60	42

Могут применяться также полумаски со шлангом для подачи воздуха. Полумаска закрывает только рот и нос сварщика, глаза при этом остаются не закрытыми.

При появлении признаков отравления газами необходимо немедленно обратиться к врачу. Для того чтобы респиратор не мешал в процессе работы, нужно пользоваться облегченными конструкциями типа «Снежок» 201 и 301 модели, которые удовлетворяют следующим требованиям:

- респираторы одновременно защищают органы дыхания от очень токсичных как твердых, так и газовых составляющих сварочной аэрозоли;
- респираторы совместимы с другими средствами защиты лица, глаз, головы (щитком, очками, каской);
- респираторы обеспечивают минимальную нагрузку на дыхательную систему, мягкие ткани лица и голову.

5.1.5. Вентиляция при сварке внутри замкнутых и полузамкнутых пространств

При сварке внутри изделий следует предусматривать или местную вытяжку или осуществлять общеобменную вентиляцию, как за счет удаления из них загрязненного воздуха, так и путем подачи в них чистого воздуха. При этом объемы удаляемого воздуха должны определяться расчетом, исходя из количества одновременно работающих сварщиков и количества расходуемого ими сварочного материала. Воздух, удаляемый вытяжными установками при сварке внутри изделий, следует, как правило, из помещения отводить наружу.

Выброс загрязненного воздуха в помещении в виде исключения можно допустить от переносных вытяжных установок. Для этого случая следует при расчете общеобменной вентиляции учитывать количество вредностей, выбрасываемых в помещение.

При сварке внутри изделий возможно применение вытяжных высоковакуумных установок с малогабаритными передвижными местными отсосами.

При сварке внутри изделий, размещенных в помещении, скорость движения воздуха на рабочем месте должна составлять 0,7-2,0 м/с. Температура подаваемого вентустановками воздуха не должна быть ниже 20°C.

При невозможности осуществления местной вытяжки или общего вентилирования внутри изделий следует предусматривать принудительную подачу под маску сварщика чистого воздуха в количестве 6-8 м³/ч, в холодный период года подогретого до температуры не ниже 18°C. Такая подача воздуха целесообразна при сварке изделий с антикоррозийными покрытиями, а также при работе, производимой в помещении при высоких концентрациях сварочного аэрозоля, когда нет возможности организовать эффективную местную вентиляцию (например, электросварка цветных металлов, чугуна).

В специальных помещениях или металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов.

5.1.6. Расчет воздухообмена при выделении вредных веществ

Системы местных отсосов вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности следует предусматривать с одним резервным вентилятором (для каждой системы или для двух систем), обеспечивающим расход воздуха, необходимый для поддержания в помещении концентрации вредных веществ ниже ПДК, если при остановке вентилятора не может быть остановлено технологическое оборудование или концентрация вредных веществ в помещении может превысить ПДК в течение рабочей смены.

При одновременном выделении в помещение нескольких вредных веществ, обладающих эффектом суммации действия, воздухообмен следует определять, суммируя расходы воздуха, рассчитанные по каждому из этих веществ:

$$L = L_{w,z} + \frac{m_{po} - L_{w,z}(q_{w,z} - q_{in})}{q_l - q_{in}}.$$

Здесь $L_{w,z}$ - расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, м³/ч (производительность местной вытяжной системы);

m_{po} - расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/ч;

$q_{w,z}$ - концентрация вредного вещества в рабочей зоне помещения, мг/м³;

q_l - концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за их пределами, мг/м³;

q_{in} - концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м³ (при отсутствии данных принимается равной 0,3 ПДК).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны.
2. Какие классы опасности вредных веществ регламентируются?
3. Какие вредные вещества, содержащиеся в сварочных аэрозолях, обладают канцерогенным действием?
4. Какие факторы учитывают при нормировании микроклимата?
5. Какими системами обеспечиваются нормы микроклимата в производственных помещениях?

6. Какие виды и системы вентиляции применяются для обеспечения воздухообмена в производственных помещениях?
7. Требования к общеобменной механической вентиляции.
8. Как определяется количество воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией?
9. Какими параметрами характеризуется микроклимат?
10. Как обеспечивается вентиляция при сварке в замкнутых объемах?

5.2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

5.2.1. Виды освещения и требования к освещению

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения.

Производственное освещение подразделяется на следующие виды:

- естественное - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях;
- искусственное - освещение, создаваемое искусственными источниками света, то есть устройствами, предназначенными для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение;
- совмещенное - освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение имеет системы:

- боковое, при котором освещение помещения естественным светом осуществляется через световые проемы в наружных стенах;
- верхнее - естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;
- комбинированное - сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Верхнее и комбинированное естественное освещение в основном применяется в производственных одноэтажных многопролетных зданиях, в одноэтажных общественных зданиях большой площади (крытые рынки, стадионы и прочее), а также в зданиях с крупногабаритными технологическими объемами, в частности, производственных транспортных предприятий, предназначенных для ввода подвижного состава.

Боковое естественное освещение применяется в многоэтажных производственных, общественных и жилых зданиях, а также в

одноэтажных общественных и производственных зданиях, в которых отношение глубины помещения к высоте окон над условной рабочей поверхностью (горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола) не превышает 8.

Искусственное освещение устраивают в помещениях производственных, бытовых и вспомогательных зданий промышленных предприятий, а также в местах работы на открытых пространствах (территории промышленных предприятий, строительных площадок и т.д.). Его применяют, если естественного освещения недостаточно, оно отсутствует или противопоказано по технологическим соображениям.

Искусственное освещение может быть двух систем - общее освещение или комбинированное освещение.

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

Система общего равномерного освещения рекомендуется в помещениях:

- с большой плотностью расположения оборудования и рабочих мест, где нет теней на рассматриваемой поверхности;
- при выполнении однотипных работ по всей площади помещения (крупноборочные цеха, литейные цеха);
- где не требуется большого и длительного напряжения зрения (работы 5 разряда и ниже).

Общее локализованное освещение применяют:

- различное назначение отдельных частей помещения;
- наличие громоздкого затеняющего оборудования;
- большие размеры рабочих поверхностей или размещение их сосредоточенной группой (конвейер);
- желательность определенного направления света.

Комбинированное освещение включает общее и местное освещение. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света. *Местное* освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним площадях. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается из-за

дискомфортной блескости, возникающей при наличии темных окружающих поверхностей и ярких пятен в поле зрения.

Система комбинированного освещения как наиболее экономичная должна предусматриваться:

- в помещениях, где выполняются точные зрительные работы (I-Уб разряда);
- при работе на оборудовании, создающем глубокие резкие тени (прессы, штампы) или на оборудовании, рабочие поверхности которого расположены вертикально или наклонно;
- в случаях необходимости определенного, а тем более изменяемого в процессе работы направления света;
- в помещениях с невысокой плотностью расположения рабочих мест.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на:

- рабочее (предусматривается для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта);
- аварийное: 1) освещение безопасности (для продолжения работы в случае отключения производственного освещения), 2) эвакуационное освещение (для эвакуации людей);
- охранное (располагается по границам охраняемых территорий);
- дежурное (освещение помещений в нерабочее время).

Рациональное искусственное производственное освещение в машиностроительной промышленности, отвечающее требованиям существующих санитарных норм и строительных правил обеспечивает возможность нормальной деятельности человека. От особенностей устройства освещения в значительной степени зависят производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Основная задача освещения на производстве – создание наилучших условий для видения. Эту задачу можно решить только осветительной системой. Система освещения должна создавать освещенность на рабочем месте, соответствующую характеру зрительной работы.

Система освещения должна обеспечивать достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства.

Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов (литейных, механосборочных, гальванических) осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска производственного оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения.

Система освещения не должна создавать резких теней. Их наличие создает неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различения, в результате повышается утомляемость, снижается производительность труда.

В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Прямую блескость ограничивают уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников. Отраженную блескость ослабляют правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности.

Величина освещенности должна быть постоянной во времени.

Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией питающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения разрядных ламп.

Все элементы осветительных установок – светильники, групповые щитки, понижающие трансформаторы, осветительные сети – должны быть достаточно долговечными, электробезопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара и взрыва.

Затенение рабочих мест и проходов мостовыми кранами должно быть компенсировано дополнительными светильниками, подвешенными под кранами.

Освещение внутри изделий с замкнутыми контурами - резервуаров, котлов, цистерн, отсеков, сосудов и тому подобные необходимо осуществлять с помощью светильников направленного света, расположенных снаружи свариваемого объекта или с помощью ручных переносных ламп.

Световые фонари, окна и светильники должны очищаться по мере загрязнения, но не реже одного раза в три месяца.

5.2.2. Нормирование производственного освещения

Нормы освещенности в производственных помещениях устанавливаются согласно СанПиН 2.2.4.3359-2016 [38] с учетом характеристики зрительной работы.

Характеристиками зрительной работы являются:

- наименьший размер объекта различения - наименьший или эквивалентный (для протяженных объектов различения, имеющих длину больше их двойной ширины) размер рассматриваемого предмета, который необходимо различить в процессе работы (например, при работе с контрольно-измерительными приборами — толщина линии

градуировки шкалы, при чертежных работах – толщина самой тонкой линии на чертеже);

- фон - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон характеризуется коэффициентом отражения (p). Коэффициент отражения определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{\text{пад}}$

$$p = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}.$$

Фон считается:

- светлым — при $p > 0,4$;
- средним — при $p = 0,2 \dots 0,4$;
- темным — при $p < 0,2$.

Например, коэффициент отражения чистого побеленного потолка $0,75 \dots 0,8$, светлой деревянной поверхности — $0,35 \dots 0,4$.

- контраст объекта различения с фоном K определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона.

$$K = (L_{\text{ф}} - L_{\text{об}}) / L_{\text{ф}}.$$

Контраст объекта различения с фоном считается:

- большим – при $K > 0,5$ (объект и фон резко отличаются по яркости);
- средним – при $K = 0,2 \dots 0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости);
- малым – при $K < 0,2$ (объект и фон мало отличаются по яркости).

При нормировании освещенности согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [37] учитывается применяемая система освещения и вид источника света. Для первых пяти разрядов зрительных работ - от наивысшей до малой точности - допускается использовать системы как комбинированного, так и общего освещения, для VI-VIII разрядов - только системы общего освещения. При системе комбинированного освещения требуемые уровни освещенности выше, чем при системе общего освещения. Величина нормируемой освещенности установлена для систем освещения с разрядными лампами. При использовании ламп накаливания норма освещенности снижается на одну ступень.

Нормы естественного и совмещенного освещения содержат требования к значению КЕО (коэффициента естественной освещенности) поскольку уровень естественного освещения может резко изменяться и в довольно широких пределах в зависимости от географической широты, времени года и состояния погоды.

КЕО - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба $E_{\text{вн}}$

(непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{\text{н}}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$\text{КЕО} = (E_{\text{вн}} / E_{\text{н}}) \cdot 100 \, \%.$$

Коэффициент естественного освещения характеризует долю естественного света, проникающего внутрь помещения через оконные проемы.

Нормируемое значение КЕО устанавливается в зависимости от разряда зрительных работ и системы освещения. Достаточность естественного освещения в помещении регламентируется: минимальным значением КЕО при системе бокового освещения; средним значением КЕО при системах верхнего и комбинированного освещения.

Для зрительных работ I–III разрядов СП 52.13330.2011 регламентируется применение совмещенного освещения. Нормированные значения КЕО, e_N , для зданий, располагаемых в различных районах РФ, следует определять по формуле:

$$e_N = e_n \cdot m_N,$$

где e_n — значения КЕО; N — номер группы обеспеченности естественным светом; m_N — коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории страны и ориентации здания относительно сторон света (для Нижегородской области $m=1$).

Нормы освещенности для сборочно-сварочных цехов представлены в табл. 5.13. Следует предусмотреть дополнительное переносное освещение при сварке внутренних поверхностей конструкций, оборудования.

Таблица 5.13

Нормы освещенности

Наименование участка, технологической операции, оборудования	Поверхность нормирования освещенности	Плоскость нормирования освещенности	Фон	Разряд и подразряд зрительной работы	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации освещенности $K_{\text{п}}$, %, не более
1	2	3	4	5	6	7
Сварочные и сборочно-сварочные цехи, отделения, участки						
Общий уровень освещенности по цеху	0,8 м от пола	Г	Темный		200	20

1	2	3	4	5	6	7
Разметка, керновка	Стол	Г		IVa	300	
Сварка, резка, наплавление	Место обработки металла	Г		VII	200	
Санитарно-бытовые помещения						
умывальные курильные		пол	75			
душевые, гардеробные, помещения для обогрева работавших		пол	50			

5.2.3. Источники света

Для искусственного освещения производственных помещений используются лампы различных типов.

В *лампах накаливания* (ЛН) свечение возникает в результате нагрева нити лампы до высоких температур.

К преимуществам ламп накаливания относятся их инерционность, компактность, включение в сеть без дополнительных устройств, независимость от окружающей среды и температуры, возможность работы при постоянном и переменном токе, налаженность в массовом производстве, малая стоимость, небольшие размеры, отсутствие мерцания и гудения при работе на переменном токе, отсутствие в спектре ультрафиолетового излучения, высокую надежность работы.

К недостаткам ламп накаливания следует отнести: низкую светоотдачу 7...20 лм/Вт, небольшой срок службы (1500 часов), преобладание в спектре желтовато-красных лучей, которые искажают цветовое восприятие, низкий КПД (3-4%). В силу перечисленных недостатков лампы накаливания имеют ограниченное применение. В частности, для освещения в производственных помещениях лампы накаливания применяют:

- для аварийного и эвакуационного освещения;
- в помещениях, для питания освещения которых допускается напряжение не более 42 В;
- в помещениях с кратковременным пребыванием людей;
- для местного освещения;

- в случаях, когда применение разрядных ламп невозможно по технологическим причинам (низкая температура воздуха, вибрация).

Галогенная лампа – лампа накаливания, в баллон которой добавлен буферный газ, пары галогенов (брома или йода). В галогенной лампе йод, окружающий тело накала, вступает в химическое соединение с испарившимися атомами вольфрама, препятствуя их осаждению на колбе. Этот процесс является необратимым – при высоких температурах вблизи тела накала соединение распадается на составляющие вещества. Атомы вольфрама высвобождаются либо на самой спирали, либо возле нее. В результате атомы вольфрама возвращаются на тело накала, что позволяет повысить рабочую температуру лампы и продлить срок службы (до 2000 час).

Наибольшее распространение получили *разрядные лампы*. Принцип действия разрядных ламп (РЛ) основан на электрическом разряде между двумя электродами, запаянными в прозрачную для оптического излучения колбу той или иной формы. Внутреннее пространство колбы после удаления воздуха наполняется определенным газом, чаще всего инертным, до заданного давления или же инертным газом и небольшим количеством металла (с высокой упругостью паров), например ртутью (ДРЛ), натрием (ДНаТ). Используются в прожекторах, в наружном и внутреннем освещении, в открытых потолочных светильниках, для работы нужна пусковая аппаратура. Выдают световой поток более 50 лм/Вт, светят до 12000 часов, индекс цветопередачи около 50.

Люминесцентные лампы (ЛЛ) представляют собой разрядные источники света низкого давления, в которых ультрафиолетовое (УФ) излучение ртутного разряда преобразуется люминофором в видимое излучение. Колба лампы заполнена инертным газом - аргон-криптоновой смесью. В качестве люминофора, как правило, применяется галофосфат кальция, активированный сурьмой и марганцем. Подбирая состав люминофоров можно создать излучение любого спектра.

Основными недостатками ЛЛ являются:

- относительная сложность схемы включения;
- ограниченная единичная мощность и большие размеры при данной мощности;
- невозможность переключения ламп, работающих на переменном токе, на питание от постоянного тока;
- зависимость характеристик от температуры внешней среды;
- значительное снижение потока к концу срока службы;
- вредная для зрения пульсация светового потока с частотой 100 Гц при переменном токе 50 Гц.

Достоинством ЛЛ является значительная светоотдача (75-85 лм /Вт), экономичность, срок службы достигает 12000 часов, благоприятный спектральный состав света, близкий к естественному, равномерность светового потока и сравнительно невысокая яркость.

Люминесцентные лампы рекомендуются:

- в системе одного общего освещения I-Y разряда зрительных работ (браковочные операции, сварочные цехи, учебные помещения, проектно-конструкторские бюро и т.д.);
- для общего освещения в системе комбинированного освещения во всех случаях;
- для общего и местного освещения в производствах, где необходимо правильное различение цветности поверхности (малярное отделение, сортировка в приборостроительной промышленности);
- в помещениях с недостаточным естественным освещением.

Для производственных целей широко используются также *ртутные лампы* (РЛ) высокого давления, такие как ДРЛ - дуговые ртутные люминесцентные и ДРИ - дуговые ртутные лампы с излучающими добавками (иодида натрия, индия, теллурия). ДРЛ могут использоваться без люминофора, поскольку в спектре более 50% излучения составляет видимое излучение, около 40% - УФ. Однако это приводит к сильному искажению цвета предметов, особенно человеческой кожи, вследствие, отсутствия излучения в оранжево-красной части спектра. Недостатком ламп ДРЛ является присутствие в спектре некоторой доли УФ излучения, что может неблагоприятно сказаться на состоянии здоровья работающих. Качество цветопередачи ламп типа ДРЛ намного хуже, чем у ЛЛ. Световая отдача составляет 50... 60 лм/Вт. Кроме того, лампы ДРЛ вызывают большую пульсацию светового потока (63...74%). На их зажигание также влияет температура окружающей среды и снижение напряжения сети.

Применению ДРЛ благоприятствует:

- большая высота помещений;
- трудность доступа к светильникам;
- работа с поверхностями без выраженной цветности (металл, бетон);
- отсутствие специальных требований к качеству освещения;
- низкая температура окружающей среды (ниже +10⁰С).

Светодиоды. Световой поток 80–120 лм/Вт, срок службы до 100000 часов, индекс цветопередачи больше 80. При выборе источников света предпочтение следует отдавать светодиодам как более экономичным и обладающим более благоприятной цветностью излучения.

Создание в производственных помещениях качественного и экономичного освещения обеспечивается применением рациональных светильников.

Светильник - это осветительный прибор, осуществляющий перераспределение светового потока лампы внутри значительных телесных углов, содержащее источник света (лампу) и светотехническую арматуру. Светотехническая арматура перераспределяет свет источника света (ИС) в пространстве или преобразует его свойства (изменяет спектральный состав излучения или поляризует его). Наряду с этим светотехническая арматура выполняет функции защиты лампы от воздействия окружающей среды, механических повреждений, обеспечивает крепление лампы и подключение к источнику питания.

Для защиты светильников от воздействия окружающей среды используют оболочки. Под степенью защиты понимается способ защиты, проверяемой стандартными методами испытаний, который обеспечивается оболочкой от доступа к опасным частям (опасным токоведущим и опасным механическим частям), попадания внешних твердых предметов и (или) воды внутрь оболочки. Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты (*IP*) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твёрдых предметов, вторая - от проникновения воды.

Назначение светильника состоит также в защите глаз работающих от воздействия чрезмерно больших яркостей источников света. Применяющиеся источники света имеют яркость колбы, в десятки и сотни раз превышающую допустимую яркость в поле зрения. Степень возможного ограничения слепящего действия источника света определяется защитным углом светильника. Защитный угол - это угол между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя. Защитные свойства светильника тем лучше, чем больше его защитный угол. Светильники местного освещения должны обеспечивать защитный угол не менее 30° , светильники общего освещения - не менее 15° .

5.2.4. Методика расчета общего искусственного освещения

При расчете искусственного освещения необходимо принять систему освещения, выбрать источник света, определить нормированную освещенность рабочих поверхностей, распределить светильники по потолку, определить мощность и количество светильников для создания равномерного и достаточного освещения рабочих мест.

Расчет по методу коэффициента использования светового потока.

Освещаемый объем помещения ограничивается ограждающими поверхностями, отражающими значительную часть светового потока, попадающего на них от источников света. Отражающими поверхностями являются пол, стены, потолок и оборудование, установленное в помещении. В тех случаях, когда поверхности, ограничивающие пространство, имеют высокие значения коэффициентов отражения, отраженная составляющая освещенности может иметь большое значение и ее учет необходим, поскольку отраженные потоки могут быть сравнимы с прямыми и их недооценка может привести к значительным погрешностям в расчетах. Рассматриваемый метод позволяет производить расчет осветительной установки с учетом прямой и отраженной составляющих освещенности и применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при использовании светильников любого типа.

Под коэффициентом использования светового потока (или осветительной установки) принято понимать отношение светового потока, падающего на расчетную плоскость, к световому потоку источников света

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{пад}}}{n\Phi_{\text{л}}}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{пад}}$ – световой поток, падающий на расчетную плоскость; $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток источника света (светильника); n – число источников света.

Коэффициент использования осветительной установки, характеризующий эффективность использования светового потока источников света, определяется, с одной стороны, светораспределением и размещением светильников, а с другой – соотношением размеров освещаемого помещения и отражающими свойствами его поверхностей.

Расчет системы общего освещения производится по формуле

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{\Phi_{\text{н}} K_3 S Z}{N n \eta}, \quad (2)$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы в светильнике, лм; $E_{\text{н}}$ – нормированная освещенность, лк; S – освещаемая площадь (площадь расчетной поверхности), м²; K_3 – коэффициент запаса; Z – коэффициент минимальной освещенности, $Z = E_{\text{ср}} / E_{\text{мин}}$; N – количество принятых светильников; η – коэффициент использования светового потока; n – количество ламп в светильнике.

Суммарная длина светильников сопоставляется с длиной помещения, причем возможны следующие случаи:

- суммарная длина светильников превышает длину помещения - необходимо или применить более мощные лампы (у которых поток на единицу длины больше), или увеличить число рядов;

- суммарная длина светильников равна длине помещения - задача решается устройством непрерывного ряда светильников;
- суммарная длина светильников меньше длины помещения - принимается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами между светильниками λ .

Количество светильников или рядов определяют методом распределения по площади (развешивания) для достижения равномерной освещенности. Основным параметром для развешивания светильников является отношение высоты подвеса ($H_{\text{п}}$) к расстоянию между светильниками или рядами (L), при котором создается равномерное освещение ($H_{\text{п}}/L=\lambda$).

$\lambda = 1,4-1,8$ – при размещении светильников по углам квадратов или прямоугольников; $\lambda = 1,8-2,5$ – при шахматном расположении светильников. Расстояние между светильниками должно быть меньше двух высот подвеса светильников. Расстояние от стен помещения до крайних светильников может быть рекомендовано равным $1/3L$ (при расположении светильников вдоль стен) и $0,4-0,5 L$ при удалении рабочих мест от стен.

Коэффициент Z , характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте, с учетом которого Z резко возрастает. $Z = 1,15$ для ламп накаливания и ДРЛ и $1,1$ для люминесцентных ламп.

Коэффициенты использования светового потока для принятого типа светильника определяют по индексу помещения i и коэффициентам отражения потолка, стен и пола.

Индекс помещения рассчитывают по формуле

$$i = \frac{AB}{H_{\text{п}}(A + B)}, \quad (3)$$

где A и B – соответственно длина и ширина помещения, м; $H_{\text{п}}$ – высота подвеса светильников, м (расстояние от рабочей поверхности до светильника). $H_{\text{п}} = H - H_{\text{рм}} - H_{\text{свеса}} - H_{\text{свет}}$, где H – высота помещения; $H_{\text{рм}}$ – высота рабочего места (принимается $0,8$ м при работе сидя, $1,0$ м при работе стоя); $H_{\text{свеса}}$ – высота свеса (расстояние от потолка до светильника); $H_{\text{свет}}$ – высота светильника.

Порядок расчета осветительной установки методом коэффициента использования светового потока:

- выбирается источник света согласно рекомендациям;
- устанавливается система освещения;
- определяется тип светильника;

- определяется расчетная высота подвеса светильников $H_{\text{п}}$, тип светильников в помещении (табл. 5.14 – табл. 5.16);
- определяется нормированная освещенность $E_{\text{н}}$ (принимают по СП 52.13330.2011) исходя из: наименьшего (эквивалентного) размера объекта различения; контраста фона с объектом различения и коэффициента отражения фона (характеристики фона); продолжительности работы; (по табл. 5.13: $E_{\text{н}}=200$ лк);
- коэффициент запаса для сварочных производств ($K_3=1,8$);
- определяется поправочный коэффициент Z ;
- рассчитывается индекс помещения по формуле (3);
- в зависимости от коэффициентов отражения потолка, стен и пола, расчетной поверхности, определяется коэффициент использования светового потока (табл. 5.17);
- по формуле (1) рассчитывается световой поток лампы в светильнике $\Phi_{\text{л}}$, необходимый для создания на рабочих поверхностях освещенности E не ниже нормируемой на все время эксплуатации осветительной установки;
- по рассчитанному световому потоку $\Phi_{\text{л}}$ подбирают ближайшую стандартную лампу (табл. 5.18);
- рассчитывается отклонение от нормируемой освещенности (светового потока лампы) с учетом того, что в большую сторону отклонение может составлять 20%, в меньшую - 10% от нормируемых показателей;
- подсчитывается фактическое значение минимальной освещенности рабочей поверхности с учетом выбранной лампы по формуле

$$E_{\text{min}} = E_{\text{н}} \frac{\Phi_{\text{л}} \text{ выбранный}}{\Phi_{\text{л}} \text{ расчетный}}, \quad (4)$$

- определяется потребная мощность всей осветительной установки $P_{\Sigma}=P \cdot N$, где P – мощность одного светильника.

Таблица 5.14

**Выбор светильников в зависимости от условий среды для производственных и вспомогательных помещений
промышленных предприятий**

Тип светиль- ника	Исполнение	Вид помещения																
		Су- хие нор- мал- ьны е	вл аж н ые	с ы р ы е	с ы р ы е	жа рк ие	пыл- ьны е	С хи- хими- чески актив- ной сре- дой	Пожароопасные				Взрывоопасные					
									Призвод- ственные и склад- ские		Производ- ственные		В-I	В-Ia	В-Iб	В-Iг	В-II	В-IIa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Светильники с люминесцентными лампами																		
ЛПБ	Повышен- ной надеж- ности про- тив взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+
ЛСП-24	Пылевлаго- защищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
ЛСП-42	Пылевлаго- защищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
ПВЛМ	частично пыле непро- ницаемое	-	x	+	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
ПВЛМ- ДОР	Пылевлаго- защищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ПВЛМ-П	Пылевлаго-защищенное	х	+	+	х	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
НОГЛ НОДЛ	Повышенной надежности против взрыва	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
LZ	Пылевлаго-защищенное	+	+	х	-	-	-	+	-	-	-	х	-	-	-	-	-	-
KRK	Пылевлаго-защищенное	+	+	х	-	-	-	+	-	-	-	х	-	-	-	-	-	-
Светильники с лампами ДРЛ																		
РПС 07	Частично пыленепроницаемое	-	+	+	+	х	х	х	-	х	х	х	-	-	-	-	-	-
РТС	Полностью пыленепроницаемое	-	х	+	+	+	+	х	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
РСП 11	Повышенной надежности против взрыва	-	х	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	х	-	+
ЖБУ 02	Повышенной надежности против взрыва	-	х	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	х	-	+

Окончание табл. 5.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LB/S(R)	Повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+

“+”- рекомендуется; “x”- допускается; “-”- запрещается

Таблица 5.15

Светильники с лампами ДРЛ

Тип светильника	Кол-во ламп, шт	Мощность ламп, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса, кг	Примечания
			диаметр	высота		
РСП 11-125-001 У2	1	125	560	340	3,3	Для общего освещения пыльных помещений, взрывоопасных и пожароопасных.
2 РТС-400 У3	1	400	450	565	3,4	Для общего освещения пыльных помещений, взрывоопасных и пожароопасных.
2 РТС-700 У3	1	700	620	620	3,5	Для общего освещения пыльных помещений, взрывоопасных и пожароопасных.
РСП 11x400-001-У3	1	400			11,5	Для общего освещения пыльных помещений, взрывоопасных и пожароопасных.
РСП 12-250-001-У2	1	250	420	405	4,5	Для общего освещения пыльных помещений, взрывоопасных и пожароопасных.
LB/S(R) 250 М	1	250	340	520	8,1	Для наружного и внутреннего освещения промпредприятий, АЗС
LB/S(R) 400 М	1	400	400	570	10,3	Для наружного и внутреннего освещения промпредприятий, АЗС

Таблица 5.16

Характеристики светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Кол. ламп шт.	Мощ- ность ламп	Габаритные размеры, мм			Мас- са, кг	Гру- па	Примечания
			Дли- на	Ши- рина	Вы- сота			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛСП 02-2х36-001	2	36	1240	226	158	4,4	1	Отражатель без отверстий, без экранирующей решетки
ЛСП 02-2х36-005	2	36	1269	180	215	5,5	1	Отражатель «кососвет», с экранирующей решеткой
ЛСП-02-2х40/Д00-07УЧ	2	40	1234	276	156	9	1	С металлической экранизирующей решеткой
ЛСП-02-2х65/Д00-07УЧ	2	65	1534	276	168	10	1	
ЛСП-02-2х80/Д00-07УЧ	2	80		276	175	13	1	
ЛСП 22-65-001	1	65	1625	94	254		1	Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками
ЛСП 22 2х65-001	2	65	1625	148	254		1	Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками
ЛСП 24-20-001	1	20	680	76	586	1,9	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий
ЛСП 24-2х36-401	2	36	1300	170	560	4,3	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛСП 24-65-101	1	65	1590	190	596	6,8	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий
ПВЛМ 1x80	1	80	1625	90	160	7,9	5	Тип лампы ЛБР
ПВЛМ 2x80	2	80	1625	148	160	8,3	5	
ПВЛМ 2-2x40	2	40	1350	230	180	10	5	Корпус из стеклопластика. Рассеиватель из опалового стекла. Для общего освещения производственных помещений с повышенным содержанием пыли и относительной влажностью свыше 75%, в пожароопасных помещениях при t = 25-35с
ПВЛМ 2x36-22	2	36	1325	148	174		5	
ПВЛМ П-2x40-403	2	40	1269	226	230		5	С отражателем, с окнами, с решеткой
ПВЛМ ДО-2x40-02	2	40	1325	226	174		5	Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками
НОДЛ-2x40	2	40						Тип лампы ЛБ, ЛТБ, ЛД, ЛДЦ.
ПВЛП 2x40	2	40	1350	230	180	10	8	Взрывозащищенные, полностью пылезащищенные.
LZ	2	36	176	1266	97	3,7	12	Пылевлагозащищенное исполнение для химических предприятий
KRK	2	36	126	1257	124	2,4	12	Корпус из стойкого влаго- и кислотоустойчивого стеклопластика

Таблица 5.17

**Коэффициент использования светового потока.
Светильники с люминесцентными лампами**

Тип светильника		Светильники группы 1 -3					Светильники группы 5					ПВЛМ-2х40; 1х80 с лампами ЛБР				
Коэффициенты отражения	ρ_n %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
	ρ_c %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	ρ_p %	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Коэффициенты использования светового потока	0,5	28	27	21	18	16	22	18	13	11	9	28	27	20	13	11
	0,6	33	32	25	22	20	25	23	17	14	12	33	32	22	17	14
	0,7	38	36	30	26	24	28	27	20	16	15	38	36	27	20	17
	0,8	42	39	33	29	28	31	29	23	19	17	42	40	30	23	20
	0,9	46	42	37	32	31	34	32	26	21	19	47	44	34	26	22
	1,0	49	45	40	35	34	37	34	28	23	21	51	47	37	29	25
	1,1	52	48	42	38	36	39	36	30	25	23	54	50	39	31	27
	1,25	55	50	45	40	39	42	38	32	27	25	57	53	42	34	29
	1,5	60	54	49	45	44	46	42	36	30	28	63	57	47	38	33
	1,75	63	57	52	48	47	49	44	38	33	30	67	61	50	42	36
	2	65	59	55	51	49	51	46	40	35	32	70	63	53	44	38
	2,25	68	62	57	53	52	53	48	42	37	34	73	66	55	47	40
	2,5	70	63	58	55	54	55	50	43	39	35	76	68	57	49	42
	3	73	65	61	58	56	58	52	45	41	37	80	71	60	52	44
	3,5	75	67	62	60	58	60	53	47	43	39	82	73	62	54	46
	4	77	68	64	61	59	61	54	48	44	40	85	75	64	56	48
	5	80	70	67	65	62	65	57	51	48	43	90	79	69	61	52
Тип светильника		Светильники группы 8					Светильники группы 12					ПВЛМ-1х40; 1х80 с лампами ЛБР				
Коэффициенты отражения	ρ_n %	70	70	70	70	50	30	0	50	30	0	70	70	50	30	0
	ρ_c %	50	50	50	50	30	10	0	30	10	0	50	50	30	10	0
	ρ_p %	30	10	30	10	10	10	0	10	10	0	30	10	10	10	0
Коэффициенты использования светового потока	0,5	23	20	31	30	21	16	14	20	17	10	21	19	19	16	11
	0,6	28	26	36	34	25	20	17	24	20	14	24	23	22	18	14
	0,7	32	30	39	37	28	22	20	28	24	17	28	26	25	21	18
	0,8	35	33	43	40	35	25	22	30	26	19	30	28	27	24	20
	0,9	38	35	47	43	34	28	25	33	29	21	33	30	30	26	22
	1,0	41	38	50	46	37	30	27	35	31	23	35	32	32	28	24
	1,1	43	40	52	48	39	32	29	37	33	25	37	34	33	30	26
	1,25	45	41	58	52	44	36	33	38	35	27	39	36	35	32	28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Коэффициенты использования светового потока	1,5	49	45	61	56	47	40	36	42	38	30	42	38	38	35	31
	1,75	52	47	64	58	49	42	38	44	41	32	45	41	40	37	33
	2	54	49	67	60	51	44	40	45	42	33	46	42	41	39	35
	2,25	56	51	69	63	53	47	41	47	44	35	48	44	42	40	36
	3	60	54	73	65	56	50	44	50	48	38	52	46	45	43	40
	3,5	62	55	75	67	58	52	46	51	49	39	53	47	46	44	41
	4	64	56	78	69	60	54	47	52	50	40	54	48	47	45	42
	5	67	59	82	72	64	58	51	54	53	43	57	50	49	47	44

Коэффициент использования светового потока. Светильники с лампами ДРЛ

Тип светильника		РСП05/ГОЗ; С34ДРЛ					РСП07, РСП08/ЛОО; LB/S РСП08/Л50					РСП05/ДОЗ; СД2РТС; РСП08/Д53; СД2РТС				
Коэффициенты	ρ_n %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
	ρ_c %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	ρ_p %	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
Коэффициент использования, %	0,5	51	49	45	42	41	23	22	18	12	12	33	29	27	22	20
	0,6	56	54	49	46	45	30	30	22	18	16	38	37	31	27	26
	0,7	60	57	53	50	50	35	32	27	21	20	43	41	35	32	31
	0,8	63	60	56	53	53	40	38	30	25	23	46	44	38	35	34
	0,9	66	63	58	56	55	43	39	33	29	26	49	47	41	38	37
	1,0	68	65	61	59	57	47	40	37	31	29	52	49	44	40	39
	1,1	70	67	62	60	59	50	44	40	33	31	54	51	46	43	41
	1,25	73	68	64	62	61	53	50	42	37	34	57	54	48	45	44
	1,7	78	71	68	65	64	58	54	46	41	38	62	57	53	49	48
	1,75	81	73	70	68	66	62	57	50	44	41	66	60	56	52	51
	2,0	82	74	72	69	67	66	60	54	48	44	68	62	58	54	53
	2,25	84	75	72	70	68	68	62	56	50	45	70	63	59	56	55
	2,5	85	76	73	71	69	70	64	58	52	47	72	65	61	58	56
	3,0	86	78	74	73	70	74	67	60	56	50	74	67	62	60	58
	3,5	87	78	75	74	71	77	70	62	58	52	76	68	64	62	59
	4	89	79	76	74	72	79	77	63	59	53	77	69	65	63	60
	5	91	80	78	76	73	82	72	65	63	55	80	71	68	65	63

Таблица 5.18

**Световые и электрические параметры люминесцентных ламп (ГОСТ 6825-74),
ламп накаливания и ртутных ламп высокого давления (ГОСТ 16534-70)**

Люминесцентные лампы		Лампы ДРЛ		Лампы накаливания	
Тип лампы	Световой поток, лм	Тип лампы	Световой поток, лм	Мощность лампы	Световой поток, лм
1	2	3	4	5	6
ЛДЦ 40	2100	ДРЛ 80	3200	15	105

1	2	3	4	5	6
ЛД 40	2340	ДРЛ 125	5600	25	220
ЛХБ 40	3000	ДРЛ 250	11000	40	336
ЛТБ 40	3000	ДРЛ 400	19000	60	540
ЛБ 40	3120	ДРЛ 700	35000	100	1000
ЛДЦ 65	3050	ДРЛ 1000	50000	150	1710
ЛД 65	3570			200	2510
ЛХБ 65	3820			300	4100
ЛТБ 65	3980			500	7560
ЛБ 65	4650			750	12230
ЛДЦ 80	3740			1000	17200
ЛД 80	4070			1500	26500
ЛХБ 80	4440				
ЛТБ 80	4440				
ЛБ 80	5220				
ЛХБ 125	8000				
ЛТБ 125	8150				

Примечание: в обозначении люминесцентных ламп:

ЛДЦ – лампы дневного света улучшенной светопередачи;

ЛД - лампы дневного света;

ЛХБ – лампы холодно-белого света;

ЛТБ – лампы тепло-белого света;

ЛБ - лампы белого света.

В типах ламп цифры указывают мощность лампы, Вт.

5.2.5. Методика расчета естественного освещения

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

При проектировании новых помещений, при реконструкции старых, при проектировании естественного освещения помещений и других объектов необходимо определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение КЕО в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011. Расчет заключается в предварительном определении площади световых проемов при боковом и/или верхнем освещении по следующим формулам:

При боковом освещении

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_0}{\tau_0 r_1} K_{зд}. \quad (5)$$

При верхнем освещении

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_\phi}{\tau_0 r_2 K_\phi}, \quad (6)$$

где S_0 - площадь световых проемов при боковом освещении, м^2 ; S_n - площадь пола помещения, м^2 ; e_n - нормируемое значение КЕО (коэффициента естественного освещения), принимают КЕО=3% при верхнем или комбинированном освещении и КЕО = 1% при боковом освещении; K_3 - коэффициент запаса, принимают $K_3=1,5$; η_0 - световая характеристика окон, принимают по табл. 5.19; τ_0 - общий коэффициент светопропускания, определяют по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (7)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала, принимают по табл. 5.20; τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светового проема, принимают по табл. 5.21; τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении равен 1, при верхнем освещении принимают по табл. 5.22; τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, принимают по табл. 5.24; τ_5 - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимают равным 0,9; r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию, принимают по табл. 5.26; $K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями, принимают по табл. 5.23; S_ϕ - площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении, м^2 ; η_ϕ - световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, принимают по табл. 5.27; r_2 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения, принимают по табл. 5.28; K_ϕ - коэффициент, учитывающий тип фонаря, принимают по табл. 5.25.

Таблица 5.19

Значения световой характеристики η_0 окон при боковом освещении

Отношение длины помеще- ния к его глубине	Значения световой характеристики η_0 при отношении глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблица 5.20

Значения коэффициента τ_1

Вид светопропускающего материала	τ_1
Стекло оконное листовое: одинарное	0,9
двойное	0,8
тройное	0,75
Стекло витринное толщиной 6-8 мм	0,8
Стекло листовое армированное	0,6
Стекло листовое узорчатое	0,65
Стекло листовое со специальными свойствами: солнцезащитное	0,65
контрастное	0,75
Органическое стекло: прозрачное	0,9
молочное	0,6
Пустотелые стеклянные блоки: светорассеивающие	0,5
светопрозрачные	0,55
Стеклопакеты	0,8

Таблица 5.21

Значения коэффициента τ_2

Вид переплета для окон промышленных зданий	τ_2
Переплеты деревянные:	
одинарные;	0,75
спаренные;	0,7
двойные раздельные.	0,6
Переплеты стальные:	
одинарные открывающиеся;	0,75
одинарные глухие;	0,9
двойные открывающиеся;	0,6
двойные глухие.	0,8

Таблица 5.22

Значения коэффициента τ_3

Несущие конструкции покрытий	τ_3
Стальные формы	0,9
Железобетонные и деревянные формы и арки	0,8
Балки и рамы сплошные при высоте сечения:	
50 см и более;	0,8
менее 50 см	0,9

Таблица 5.23

Значения коэффициента $K_{зд}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием P к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна $H_{зд}$

$P/H_{зд}$	0,5	1	1,5	2	3 и более
$K_{зд}$	1,7	1,4	1,2	1,1	1

Таблица 5.24

Значение коэффициента τ_4

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	τ_4
Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные внутренние, наружные)	1
Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45^0 при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90^0 к плоскости окна: горизонтальные; вертикальные.	0,65 0,75
Горизонтальные козырьки: с защитным углом не более 30^0 с защитным углом от 15 до 45^0 (многоступенчатые)	0,8 0,9-0,6

Таблица 5.25

Значения коэффициента K_{ϕ}

Тип фонаря	K_{ϕ}
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Световые проемы в плоскости покрытия, штучные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапециевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Фонари с наклонным односторонним остеклением (шеды)	1,3
Фонари с вертикальным односторонним остеклением (шеды)	1,4

По формулам 5 и 6 производят расчет необходимой площади световых проемов для проектируемого помещения.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите виды производственного освещения.
- 2 Системы естественного освещения
- 3 Системы искусственного освещения
- 4 В каких случаях применяется система искусственного комбинированного освещения?
- 5 Какие параметры учитываются при нормировании искусственного и естественного освещения?
- 6 Преимущества и недостатки ламп накаливания.
- 7 Преимущества и недостатки разрядных ламп
- 8 Преимущества светодиодных ламп.
- 9 Назначение производственных светильников.
- 10 В каких случаях используется расчет искусственного освещения по методу коэффициента использования светового потока?

Таблица 5.26

Значение коэффициента r_1

Отноше- ние глу- бины по- мещения к высоте от уровня условной рабочей поверхно- сти верха окна	От- ноше- ние рас- стоя- ния рас- чет- ной точки от наруж- ной стены к глу- бине по- ме- ще- ния	Значения r_1 при боковом освещении									Значения r_1 при боковом двустороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола																	
		$\rho_{\text{ср}}=0,5$			$\rho_{\text{ср}}=0,4$			$\rho_{\text{ср}}=0,3$			$\rho_{\text{ср}}=0,5$			$\rho_{\text{ср}}=0,4$			$\rho_{\text{ср}}=0,3$		
		Отношение длины помещения к его глубине																	
		0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
От 1 до 1,5	0,1	1,0	1,0	1,05	1,0	1,0	1	1,0	1	1	1,0	1,0	1,05	1,0	1,0	1	1,0	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,3	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,4	1,3	1,5	1,2	1,1	1,1
Свыше 1,5 до 2,5	0	1,0	1,0	1,05	1,0	1,0	1,05	1,0	1	1	1,0	1,0	1,05	1,0	1,0	1,05	1,0	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,8	1,6	1,3	1,5	1,3	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,4	1,25	1,4	1,3	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,7	2,2	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,5	1,3	1,2	2,1	1,7	1,5	1,7	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,3	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Свыше 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,0	1,05	1,0	1	1	1	1	1	1,1	1,0	1,05	1,0	1	1	1	1	1
	0,2	1,1	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1	1,0	1,05	1,1	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,0	1,0	1,05
	0,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,05	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15
	0,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1	1	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	2	1,7	1,45	1,6	1,4	1,3	1,6	1,8	1,6	1,3	1,5	1,35	1,5	1,3	1,2	1,3	1,2	1,15
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,4	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,2	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	3,6	3,1	2,1	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,6	1,5	1,25
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,4	1,9	2,2	1,8	1,5	3,6	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,4	3,3	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
Свыше 3,5	0,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,0	1,0	1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,0	1,0	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,05	1,4	1,8	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,05
	0,3	1,7	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,7	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,3	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,2	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,6	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,2	2	1,7	1,9	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,5	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,2	2	1,6
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,4	2,1	1,7
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,2	1,9

Таблица 5.27

Значения световой характеристики фонарей η_f

Тип фонарей	Коли- чество проле- тов	Значения световой характеристики фонарей								
		Отношение длины помещения к ширине пролета								
		от 1 до 2			от 2 до 4			более 4		
		Отношение высоты помещения к ширине пролета								
		0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1	0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1	0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1
С вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные, М-образные)	Один	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	Два	5,2	7,5	12,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	Три и бо- лее	4,3	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4	5,6

Таблица 5.28

Значения коэффициента r_2

Отношение высоты помеще- ния, принимаемой от услов- ной рабочей поверхности до нижней грани остекления, к ширине пролета	Значения коэффициента r_2								
	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
	$\rho_{\text{ср}} = 0,5$			$\rho_{\text{ср}} = 0,4$			$\rho_{\text{ср}} = 0,3$		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

5.3. ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ

5.3.1. Источники шума и вибрации

Источниками шума и вибрации на машиностроительных предприятиях являются станочное, кузнечно-прессовое оборудование, энергетические установки, компрессорные и насосные станции, вентиляционные установки, стендовые испытания двигателей внутреннего сгорания и др. Уровень шума на рабочих местах в производственных помещениях, возникающих от этих источников, обычно значительно превышает допустимые значения. Поэтому при проектировании производственных процессов необходимым условием является определение ожидаемых уровней шума на рабочих местах с помощью акустического расчёта и разработки на его основе средств и методов защиты от шума.

Акустический расчёт для проекта шумоглушения должен производиться на стадии технического проекта по комплексу сооружений или отдельному объекту. Акустический расчёт включает:

- 1) выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;
- 2) выбор точек в помещениях или на территориях, на которых производится акустический расчёт;
- 3) определение допустимых уровней звукового давления $L_{\text{доп}}$ для расчётных точек;
- 4) выявление путей распространения шума от источников до расчётных точек;
- 5) определение ожидаемых уровней звукового давления $L_{\text{в}}$ в расчётных точках до осуществления мероприятий по снижению шума с учётом снижения уровня звуковой мощности ΔL_p на пути распространения звука;
- 6) определение требуемого снижения уровней звукового давления $\Delta L_{\text{тр}}$ в расчётных точках;
- 7) выбор мероприятий, обеспечивающих требуемое снижение уровней звукового давления в расчётных точках;
- 8) расчет и проектирование, выбор типа и размеров шумоглушащих, звукопоглощающих и звукоизолирующих конструкций (глушителей, экранов, звукопоглощающих облицовок, звукоизолирующих кожухов и т.д.).

Шумовыми характеристиками источников шума являются уровни звуковой мощности L_p , дБ в октавных полосах частот и показатели направленности излучения шума G , дБ, которые должны быть указаны в технических условиях, инструкции эксплуатации или паспорте соответствующего оборудования. При отсутствии таких сведений необходимо пользоваться справочными данными по шумовым характеристикам применяемой машины или её аналога (табл. 5.29).

5.3.2. Нормирование шума

Нормируемыми показателями шума на рабочих местах в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [40] являются:

- а) эквивалентный уровень звука A за рабочую смену,
- б) максимальные уровни звука A , измеренные с временными коррекциями S и I ,
- в) пиковый уровень звука C .

Превышение любого нормируемого параметра считается превышением ПДУ.

Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА. Эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудового процесса представлены в табл. 5.29. В случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА, работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск здоровью работающих. Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются.

Таблица 5.29

Эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий напряженности и тяжести, дБА

Предельно допустимые эквивалентные уровни звука, дБА			
Категории напряженности трудового процесса	Категории тяжести трудового процесса		
	Легкая и средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени
Напряженность легкой и средней степени	80	75	75
Напряженный труд 1 степени	70	65	65
Напряженный труд 2 степени	60	-	-
Напряженный труд 3 степени	50	-	-
<i>Примечание.</i> Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса по условиям труда следует проводить в соответствии с действующим документом по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса.			

Таблица 5.30

Шумовые характеристики электросварочного оборудования

Оборудование	Марка, модель	Уровни звуковой мощности, дБ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Экв. шум, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Установки для ручной сварки в аргоне	УДГ-301	99	92	86	83	80	78	76	74	89
	УДГ-501	99	92	86	83	80	78	76	74	89
Установка для дуговой сварки	УДГ-301-УЧ	90	95	96	97	89	87	85	81	94
Полуавтомат сварочный	А-123-ОМ	85	86	86	87	87	86	85	86	92
Полуавтоматы для дуговой сварки	ППШ-5-1	68	71	70	79	76	82	84	82	91
Автомат для электросварки	А-825М	65	63	68	70	73	78	80	81	88
	А547-У	78	80	80	81	80	79	79	75	89

5.3.3. Акустический расчет

Акустический расчет выполняется согласно СП 52.13330.2011 «Защита от шума» для восьми октавных полос частот: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для выполнения акустического расчета составляется план помещения и схема расположения источников шума (рис. 5.1).

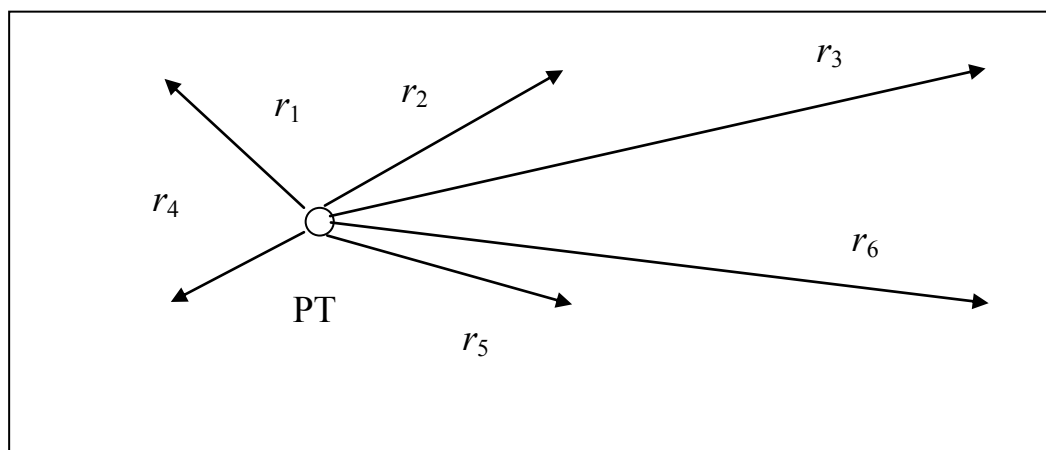


Рис. 5.1. Схема расположения расчетной точки и источников шума:

РТ – расчетная точка; 1-6 – источники шума; r_1 - r_6 – расстояния от РТ до источников шума, м

Уровни звукового давления в октавных полосах частот определяются по формуле:

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

где L_{wi} – октавный уровень звуковой мощности i -го источника шума, дБ (определяется паспортом завода-изготовителя и каталогом шумовых характеристик машин; χ_i – коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля. $\chi_i = 1$ при $\frac{r}{l_{\max}} \geq 2$, где $l_{\max}$ – максимальный габаритный размер источника шума, м; Φ_i – фактор направленности. $\Phi = 1$ для источников шума с равномерным излучением; Ω – пространственный угол излучения ($\Omega=2\pi$, когда источник шума на полу, $\Omega=\pi$, когда источник шума располагается в углу); r_i – расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м; k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении. Принимается в зависимости от среднего коэффициента поглощения $\alpha_{\text{ср}}$. При $\alpha_{\text{ср}}=0,2$ $k=1,25$; m – число источников шума, ближайших к расчетной точке при $r_i \leq 5r_{\min}$, где $r_{\min}$ – расстояние до ближайшего источника шума; B – акустическая постоянная помещения, м²; $B = \frac{A}{1-\alpha_{\text{ср}}}$, где A – эквивалентная площадь звукопоглощения, м²; $A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i$, где α_i – коэффициент поглощения i -й поверхно-

сти; S_i – площадь i -й поверхности; $\alpha_{\text{ср}} = \frac{A}{S_{\text{огр}}}$ – средний коэффициент звукопоглощения; $S_{\text{огр}}$ – суммарная площадь ограждающих поверхностей помещения, м^2 ; n – общее количество источников шума.

Если источники шума имеют одинаковую звуковую мощность, то

$$10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{wi}} = L_{w_1} + 10 \lg(n).$$

Требуемое снижение шума определяется по выражению

$$L_{\text{тр}} = L - L_{\text{доп}}.$$

5.3.4. Нормирование вибрации

Вибрация представляет собой механические колебания твердого тела вокруг положения равновесия. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [40].

Как правило, причиной возбуждения вибрации являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия:

- неуравновешенные возвратно-поступательные движения элементов машин (перфораторы, отбойные молотки);
- неуравновешенные вращающиеся массы машин, когда есть несовпадение центра массы тела и оси вращения (шлифовальные машины, дрели);
- удары деталей (сваебойные машины, перфораторы).

По способу передачи на человека различают:

1) общую вибрацию, передаваемую на тело через опорные поверхности: для стоящего – через ступни ног, для сидящего – через ягодицы, для лежащего человека – через спину и голову;

2) локальную вибрацию, передающуюся через руки, ступни ног сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими рабочими поверхностями.

По источнику возникновения вибраций различают:

1) локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;

2) локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (например, рихтовочных молотков), приспособлений и обрабатываемых деталей;

3) *общую вибрацию I категории* – транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах подвижного состава железно-

дорожного транспорта, членов экипажей воздушных судов, самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве);

4) *общую вибрацию 2 категории* - транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок;

5) *общую вибрацию 3 категории* - технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, стационарные электрические и энергетические установки и другое оборудование.

Общую вибрацию категории 3 *по месту действия* подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

Гигиеническая оценка вибрации, воздействующей на человека, должна производиться методом интегральной оценки по эквивалентному скорректированному уровню виброускорения с учетом времени вибрационного воздействия. Предельно допустимые величины эквивалентного скорректированного виброускорения за рабочую смену производственной вибрации приведены в табл. 5.31 [40].

Таблица 5.31

Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с ²	дБ
1	2	3	4	5	6
Локальная		Хл, Yл, Zл	Wh	2,0	126
Общая	1	Zo	Wk	0,56	115
		Хо, Yo,	Wd	0,40	112
	2	Zo	Wk	0,28	109

1	2	3	4	5	6
	3а	Xo, Yo,	Wd	0,2	106
		Zo	Wk	0,1	100
		Xo, Yo,	Wd	0,071	97
		Xo, Yo	Wd	0,0099	80
	3б	Zo	Wk	0,04	92
		Xo, Yo	Wd	0,028	89
	3в	Zo	Wk	0,014	83

При сокращенном рабочем дне (менее 40 ч в неделю) ПДУ применяется без изменения. Работа в условиях воздействия локальной вибрации с текущими среднеквадратичными уровнями, превышающими санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке, не допускается. Работа в условиях воздействия общей вибрации с текущими среднеквадратичными уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 24 дБ (в 8 раз) по интегральной оценке, не допускается.

5.3.5. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией

Методы защиты от шума

В соответствии с ГОСТ 12.1.029-80, ГОСТ 12.1.003-83 защита от шума должна достигаться разработкой шумобезопасной техники, применением методов и средств коллективной и индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты по отношению к источнику возбуждения шума подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его возникновения и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Основным способом снижения шума является снижение шума в источнике возникновения. Снижение шума в источнике возникновения достигается путем конструктивных изменений, применением технологических процессов и оборудования, не создающих чрезмерного шума, а также соблюдением условий эксплуатации оборудования. Все мероприятия по защите от шума по пути его распространения подразделяются на:

- 1) организационно-технические,
- 2) архитектурно-планировочные,
- 3) акустические.

Организационно-технические мероприятия заключаются в:

- 1) применении малозумных технологических процессов и оборудования;
- 2) совершенствовании технологии ремонта и обслуживания машин;
- 3) использовании рациональных режимов труда и отдыха;

- 4) сокращении времени нахождения персонала в зонах с повышенным уровнем шума.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают:

- 1) создание шумоизолирующих зон;
- 2) рациональное размещение технологического, энергетического оборудования и рабочих мест;
- 3) рациональное размещение помещений.

Акустические методы защиты от шума по пути его распространения включают звукоизоляцию и звукопоглощение. Основным эффективным способом снижения шума по пути распространения является звукоизоляция. С помощью звукоизоляции снижают шум на 30-40 дБ. *Звукоизоляция* достигается созданием герметичной преграды на пути распространения воздушного шума в виде стен, звукоизолирующих кабин, кожухов и экранов.

Звукопоглощение или так называемая *акустическая обработка* помещений позволяет снизить шум всего лишь на 5-10 дБА. Звукопоглощение осуществляется, как правило, легкими материалами, имеющими в своей структуре поры или отверстия. Снижение шума при этом основано на переходе энергии звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту, вследствие потерь на трение в звукопоглощающем материале: ультратонкое волокно, капроновое волокно, минеральная вата, пористый винилхлорид, пенопласт, древесноволокнистые и минераловатные плиты. Звукопоглощающие свойства пористого материала зависят от толщины слоя, частоты звука, наличия воздушного промежутка между слоем и стенкой, на которой он установлен. Толщина облицовок составляет 20-200 мм и максимальный коэффициент поглощения на средних и высоких частотах достигает значений $\alpha=0,6-0,9$. Шум становится более глухим и менее раздражающим.

Индивидуальные средства защиты

Часто не экономично, а иногда и невозможно уменьшить шум до допустимых величин коллективными методами. В качестве индивидуальных средств защиты используются *беруши*, закрывающие ушную раковину, с помощью мягких тампонов из ультратонкого волокна или из твердых эластично-резиновых или парафиновых вкладышей, выполненных в форме конуса (снижают шум на 7-15 дБ). *Противошумные наушники* представляют собой чаши, по форме близкие к полусфере, из легких металлов или пластмасс, наполненные волокнистыми или пористыми звукопоглотителями, удерживаемые с помощью оголовья. Для удобного и плотного прилегания к околоушной области они снабжаются уплотняющими валиками из синтетических тонких материалов (снижают шум на 15-25 дБ). *Противошумные шлемы* - самые громоздкие и дорогостоящие СИЗ. Они используются при высоких уровнях шумов. Расположенный по краю шлема

уплотняющий валик обеспечивает плотное прилегание его к голове (снижают шум на 20-40 дБ).

Одной из важных мер в медицинской профилактике от вредного влияния шума являются предварительные и периодические медосмотры. Они проводятся в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 №302н.

На шумные производства принимаются лица не моложе 18 лет и не имеющие заболеваний органов слуха (стойкое снижение слуха, отосклероз, нарушение функции вестибулярного аппарата), страдающие гипертонической болезнью и др.

При воздействии шума в границах 80 - 85 дБА работодателю необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения следующих мероприятий:

а) подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;

б) информирование и обучение работающего таким режимам работы с оборудованием, которое обеспечивает минимальные уровни генерируемого шума;

в) использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);

г) ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;

д) проведение производственного контроля виброакустических факторов;

е) ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА работающих, не связанных с основным технологическим процессом;

ж) обязательное предоставление работающим средств индивидуальной защиты органа слуха.

В предварительных и периодических медосмотрах принимают участие врачи: отоларинголог, невропатолог, терапевт, с обязательным проведением аудиометрии и анализом крови на гемоглобин и лейкоцитоз.

Методы и средства защиты от ультразвука

Основной мерой защиты от ультразвука является уменьшение его интенсивности в источнике его возникновения.

Это осуществляется различными конструкционными мероприятиями (точность изготовления деталей, смазка) и переводом генератора на более высокие частоты, для которых допустимые уровни выше.

Коллективные меры защиты применяются для защиты от ультразвука по пути его распространения.

Для защиты от *воздушного ультразвука*, как и при шуме, применяют звукоизоляцию и звукопоглощение, но только в узком частотном диапа-

зоне. Звукоизоляция обеспечивается герметичными кожухами из листовой стали или алюминия, толщиной 1-2 мм или из стеклотекстолита, гетинакса толщиной более 5 мм. Внутренние стенки кожуха покрываются слоем пористой резины, при этом суммарный уровень поглощения ультразвукового излучения кожухом снижается на 25-30 дБ. Необходимо устройство экранов, также, как и при шуме, *c*-образной и *n*-образной формы между работающим оборудованием и персоналом. Чаще всего экраны изготавливают из прозрачных материалов, в частности, из оргстекла. Существенно снижает интенсивность ультразвука размещение ультразвуковых установок в звукоизолирующих кабинах или в специальных помещениях.

При *контактном* действии ультразвука защита обеспечивается средствами виброизоляции, вибропоглощения (то есть различными типами амортизаторов, покрытий, резиновыми перчатками и резиновыми ковриками).

Для исключения контакта работающих с источниками ультразвука применяется дистанционное управление оборудованием, автоблокировка (автоматическое отключение оборудования при загрузке-выгрузке деталей в случае очистки или нанесения покрытия), специальные приспособления для удержания деталей. Для защиты рук от возможного неблагоприятного воздействия контактного ультразвука применяют две пары перчаток: резиновые - наружные и хлопчатобумажные - внутренние.

Ультразвуковые станки для сварки, резки и пайки, содержащие ультразвуковые преобразователи с концентраторами, обязательно должны иметь экраны из достаточно толстого оргстекла, или другого материала, обеспечивающего снижение уровней ультразвукового давления до допустимого. Если по производственным причинам невозможно снизить интенсивность ультразвука до допустимых значений применяют средства индивидуальной защиты (СИЗ).

В качестве СИЗ от вредного воздействия ультразвука, распространяющегося в воздушной среде применяют ушные вкладыши и противοшумные наушники, рассчитанные на более высокие частоты.

Режим труда и отдыха при работе с ультразвуковым оборудованием следующий: работа 50% рабочего времени и через каждые 1,5 часа перерыв 15 мин.

Комплекс физиотерапевтических процедур включает в себя массаж, ультрафиолетовое облучение, в особенности для рук. Зона с параметрами ультразвука, превышающими предельно-допустимые обозначается знаком «Осторожно. Прочие опасности».

Методы защиты от вибрации

Уменьшение вредного влияния вибрации достигается за счет:

- 1) уменьшения вибрации в источнике ее образования;
- 2) уменьшение вибрации по пути ее распространения;

- 3) применения организационно-технических мероприятий;
- 4) лечебно-профилактических мероприятий;
- 5) использования СИЗ.

Уменьшение вибрации в источнике ее образования достигается конструктивными и технологическими способами путем:

- выбора рациональных схем и рабочих циклов вибрирующего оборудования и виброинструмента;
- повышения точности изготовления деталей и уменьшения допусков на их сборку;
- применения конструкционных материалов с большим внутренним трением;
- уравнивания отдельных элементов машин, особенно вращающихся;
- замены ударных процессов на безударные;
- применения криволинейных ножей и инструмента;
- применения методов отстройки от резонансных явлений.

Организационно-технические мероприятия включают:

- проведение периодических эксплуатационных проверок вибрирующего оборудования и инструмента в сроки, установленные нормативно-технической документацией, но не реже одного раза в год - для общей вибрации и не реже двух раз в год - для локальной вибрации,
- своевременный плановый ремонт вибромашин с обязательным послеремонтным контролем их вибрационных характеристик,
- контроль за соблюдением правил и условий эксплуатации машин в соответствии с их назначением,
- принятие мер, исключающих контакт работающих с вибрирующими поверхностями за пределами рабочего места путем установки блокировки, сигнализации, ограждения и т.д.

Уменьшение вибрации по пути ее распространения достигается за счет *виброизоляции* и *вибропоглощения*. Определяющей является виброизоляция. *Виброизоляция* осуществляется за счет применения резиновых, пробковых и пружинных амортизаторов, а также за счет применения гибких вставок, отделяющих виброагрегат от присоединенных трубопроводов и других металлических деталей, и применения упругих прокладок, разделяющих вибрирующие узлы машины. *Вибропоглощение* заключается в уменьшении вибрации за счет превращения энергии механических колебаний вибрирующей системы в тепловую энергию. Вибропоглощение осуществляется путем нанесения вибропоглощающих материалов на готовые машины, механизмы, транспортные средства. Отдельные элементы или механические устройства целиком могут быть изготовлены из вибропоглощающих материалов и конструкций.

Средства индивидуальной защиты от вибрации

1-я группа – средства, защищающие от локальной вибрации:

- для рук: изолирующие рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки;
- для ног - специальная обувь на микропоре, специальные подметки и наколенники;
- для тела оператора – используются специальные пояса, нагрудники и виброзащитные костюмы.

Снижение вредного действия низкочастотной вибрации достигается применением резиновых или пластмассовых покрытий, или пружин на участках контакта рук с пневматическими инструментами.

2-я группа - средства, защищающие человека от общей вибрации:

- амортизирующие площадки;
- подressоренные сидения;
- специальная обувь с виброзащитной подошвой.

Комплекс лечебно-профилактических мероприятий по предупреждению вибрационной патологии включает:

- 1) предварительные медицинские осмотры,
- 2) периодические медицинские осмотры,
- 3) комплекс физиотерапевтических процедур,
- 4) комплекс гимнастических упражнений,
- 5) диспансеризацию рабочих виброопасных производств,
- 6) витаминпрофилактику,
- 7) психологическую разгрузку.

При предварительных м/о расширено количество противопоказаний, при которых нельзя допускать рабочих на работу с вибромеханизмами.

Противопоказания:

- возраст моложе 18 лет;
- заболевания сердечно-сосудистой системы (т.е. стенокардия, гипертония);
- заболевания желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки, язвенные колиты);
- хронические заболевания опорно-двигательного аппарата;
- все злокачественные заболевания;
- заболевания органов слуха,
- близорукость высокой степени.

Периодичные медицинские осмотры проводятся обязательно – один раз в год. При предварительных и периодических м/о участвуют основные врачи (невропатолог, отоларинголог, терапевт, хирург и офтальмолог).

Для рабочих обязателен комплекс лечебно-профилактических мероприятий, включающих физиотерапевтические процедуры, витаминную профилактику, психологическую разгрузку, комплекс гимнастических

упражнений, проведение минимум двух курсов в год ультрафиолетового облучения (февраль-март, октябрь-ноябрь).

Контрольные вопросы

1. Основные источники шума и вибрации на машиностроительных предприятиях.
2. Как устанавливаются допустимые уровни шума на рабочих местах?
3. Допустимые уровни звука на рабочих местах.
4. Порядок и цели акустического расчета.
5. Основные источники и причины возникновения вибрации в машиностроении.
6. Какие виды вибрации существуют в зависимости от источника возникновения?
7. Какими параметрами нормируется вибрация?
8. Назовите основные методы защиты от шума.
9. Перечислите индивидуальные средства защиты от шума.
10. Как осуществляется защита от «воздушного» ультразвука?
11. Как осуществляется защита от «контактного» ультразвука?
12. Что такое виброизоляция, и как она осуществляется?
13. Что такое вибропоглощение, и как оно осуществляется?
14. СИЗ от вибрации.

5.4. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Ожоги, вызванные сварочной дугой, представляют опасность, особенно для глаз. Яркость световых лучей сварочной дуги значительно превышает норму, допустимую для человеческого глаза. Сварочная электрическая дуга является мощным источником видимого и невидимого излучения. Видимые световые лучи дуги при кратковременном воздействии вызывают временное ослепление и воспаление слизистой оболочки глаз, а при длительном воздействии ослабляют зрение.

Например, аргонодуговая сварка титанового сплава. Суммарный уровень облученности на расстоянии 0,2 м составляет 550 Вт/м², на расстоянии 0,5 м – 130 Вт/м². Основные составляющие излучения:

- инфракрасное излучение – 62%;
- видимый свет – 14%;
- ультрафиолетовое излучение – 24%.

Ультрафиолетовые лучи, являющиеся одной из составляющей светового потока дуги, даже при кратковременном действии в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электроофталь-

мией. Заболевание сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. При значительном поражении глаз световым потоком сварочной дуги можно даже ослепнуть. Продолжительное воздействие светового потока дуги на кожу вызывает ее ожоги. Кроме этого искры, рассеивающиеся во время сварочных работ, способны вызвать ожоги. Поэтому все участники сварочного процесса должны пользоваться защитными приспособлениями.

Инфракрасное излучение (ИК) возникает везде, где температура выше абсолютного нуля. Подавляющее большинство производственных процессов сопровождается выделением тепла, причем тепло выделяется как производственным оборудованием, так и материалами. Находясь вблизи расплавленных или нагретых материалов, нагретых поверхностей оборудования, пламени, человек подвергается действию ИК-излучения.

В результате поглощения излучающей энергии повышается не только температура тела человека, но и конструкций производственных помещений, оборудования и находящихся в обращении материалов и инструментов, в результате чего резко повышается температура воздуха внутри помещения, что ухудшает параметры микроклимата рабочих мест производственных помещений. В организме человека также могут происходить и функциональные изменения.

ИК-излучение – это область электромагнитных волн с длиной волны от 0,76 до 540 мкм. Действие ИК-излучения на организм человека зависит от длины волны, которая обуславливает глубину проникновения. ИК-излучения подразделяются на три области:

- А - 760 - 1500 нм – коротковолновая;
- В - 1500 - 3000 нм – средневолновая;
- С - более 3000 нм – длинноволновая.

Проникающая способность ИК-излучения зависит от длины волны. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое ИК-излучение (0,76-1,5 мкм), которое способно проникать в ткани человеческого тела на глубину несколько сантиметров и оказывать непосредственное воздействие на жизненно важные органы (мозг, сердце, печень и т.д.). ИК-лучи длинноволнового диапазона задерживаются в поверхностных слоях кожи. Основная реакция организма на ИК-излучение – повышение температуры участков тела.

Воздействуя на мозг, ИК-излучение вызывает «солнечный удар», человек при этом ощущает головную боль, головокружение, потемнение в глазах, потерю сознания. Особенно опасно воздействие на глаза.

ИК-излучение влияет на функциональное состояние человека, его центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему, учащается дыхание, повышается температура тела, усиливается потоотделение.

Потенциальная опасность облучения оценивается по величине плотности потока энергии и составляет 350 Вт/м^2 по ГОСТ 12.4.124-83. Снижение интенсивности ИК-излучения источника достигается выбором технологического оборудования, заменой устаревшего оборудования, рациональной компоновкой оборудования.

Таблица 5.32

Допустимая плотность потока энергии ИК излучения на рабочем месте

Область	Длина волны, нм	Допустимая плотность потока энергии, Вт/м^2	Примечания
А	760 - 1500	100	При облучении более 50% поверхности тела
В	500 - 3000	120	При облучении 25-50% поверхности тела
С	3000 - 4500	150	При облучении не более 25% поверхности тела
Д	4500 - 10000	120	При облучении не более 25% поверхности тела с обязательным применением СИЗ

К средствам индивидуальной защиты относятся: для защиты тела – спецодежда из сукна и брезента; для защиты глаз – светофильтры, применяемые в очках, щитках [42, 43, 44, 45]. Ультрафиолетовое излучение (УФИ) имеет диапазон волн от 390 до 1 нм. По способу генерирования УФИ относится к тепловым источникам, а по характеру воздействия - к воздействию ионизирующего излучения. Диапазон УФ излучения делят на три области, имеющие различную биологическую активность (табл. 5.33).

По действию на организм УФ излучения близко к проникающей радиации, но дает и тепловой эффект. УФ излучение вызывает расщепление молекул, что вызывает гибель клеток. УФ излучение изменяет состав воздуха: образуются озон, оксиды азота, ионизируется воздух.

Допустимая величина плотности потока энергии составляет для УФ излучения [40]:

- А - длинноволновое - 10 Вт/м^2 ;
- В - средневолновое - $0,05 \text{ Вт/м}^2$;
- С - длинноволновое - $0,001 \text{ Вт/м}^2$.

Основные мероприятия, направленные на снижение опасности воздействия ИК и УФ излучений:

- 1) снижение интенсивности излучения источника;
- 2) удаление рабочих мест от источника;
- 3) защитное экранирование источника или рабочего места;

- 4) оградительные устройства (с естественным или принудительным охлаждением);
- 5) использование средств индивидуальной защиты (спецодежда, очки со светофильтрами и щитки);
- 6) лечебно-профилактические мероприятия (рациональный режим труда и отдыха).

Таблица 5.33

Действие УФ-излучений на организм человека

Область	Длина волны, мкм	Примечания
А	0,400 - 0,315	Слабое биологическое действие
В	0,315 - 0,280	Оказывает сильное воздействие на кожу (загар), обладает противорахитным действием. Вызывает заболевания кожи (дерматиты, экземы), изменения в кровообращении, нервной системе и др.
С	0,280 - 0,200	Обладает бактерицидным действием. Оказывает разрушительное действие на клетку, приводит к раковым заболеваниям

Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФИ.

При электросварочных работах основным таким приспособлением является *защитная маска*, смотровое отверстие которой оснащено светофильтром, задерживающим инфракрасные и ультрафиолетовые лучи и снижающим яркость светового потока дуги. Газосварщики пользуются *защитными очками*, снижающими яркость света. Выбор светового фильтра производят в зависимости от мощности дуги и способа сваривания. Существует 13 классов светофильтров. Каждый сварщик, имея особенности зрения, может выбрать для себя нужный светофильтр. Для защиты светофильтра от брызг металла снаружи в смотровое отверстие вставляется обычное прозрачное стекло. Светофильтры выбирают в зависимости от величины сварочного тока. Предусмотрены четыре типа стеклянных светофильтров: Э-1 (для токов 30-75 А), Э-2 (для токов 75-200 А), Э-3 (для токов 200-400 А) и Э-4 (для токов более 400 А). Для подсобных рабочих предусмотрены светофильтры В-1, В-2 и В-3. Нельзя забывать, что излучение от электросварки опасно не только для глаз сварщика, но также и для глаз людей, находящихся неподалеку. Во избежание негативных последствий такие люди должны быть снабжены специальными защитными очками. Для защиты окружающих от воздействия излучений дуги в стационарных цехах устанавливают закрытые сварочные кабины, а при строительных и монтажных работах применяют переносные щиты или ширмы.

Для защиты от ожогов кожного покрова применяют брезентовую спецодежду и рукавицы. Запрещается выполнять сварочные работы с закатанными рукавами и расстегнутым воротом. Спецодежда и обувь сварщика должны обеспечивать оптимальный теплообмен организма при работе с физическими нагрузками, эффективно защищать от брызг расплавленного металла и опасных метеофакторов, иметь оптимальные весовые характеристики, не стеснять свободу движений, отвечать эстетическим требованиям.

Контрольные вопросы

1. Какие виды электромагнитных излучений оптического диапазона возникают при сварке?
2. Чем опасно ИК-излучение? Методы защиты.
3. Чем опасно УФ-излучение? Методы защиты.
4. Меры защиты от инфракрасных излучений.
5. Меры защиты от ультрафиолетовых излучений.

6. САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Санитарно-бытовые помещения сборочно-сварочных цехов должны быть оборудованы согласно требованиям СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания». Содержание производственных и санитарно-бытовых помещений должно осуществляться в соответствии с требованиями инструкции по санитарному содержанию помещений и оборудования производственных предприятий.

При строительных работах по сооружению магистральных трубопроводов, линий электропередач и прочего санитарно-бытовое обеспечение должно осуществляться в соответствии с гигиеническими требованиями к устройству и оборудованию санитарно-бытовых помещений для рабочих строительных и строительно-монтажных организаций.

При наружных работах или работе в неотапливаемых помещениях в холодный период года, когда устройство специальных помещений для обогрева нецелесообразно, следует организовывать местный лучистый обогрев от газовых или электрических источников инфракрасного излучения. Применение лучистого отопления с инфракрасными газовыми излучателями допускается предусматривать с полным удалением продуктов горения в атмосферу (наружу). Местный лучистый обогрев следует осуществлять в специальных местах обогрева с расположением источников обогрева на расстоянии не более 50 м от рабочих мест. Если позволяют условия технологии, лучистый обогрев необходимо организовывать непосредственно на рабочих местах.

В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, курительные, места для размещения полудушей, устройств питьевого водоснабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды, сушки волос (феновые). В соответствии с заданием на проектирование могут предусматриваться в дополнение к указанным другие санитарно-бытовые помещения и оборудование.

Санитарно-бытовые помещения для работающих, занятых непосредственно на производстве, должны проектироваться с учетом групп производственных процессов согласно табл. 6.1.

Перечень профессий с отнесением их к группам производственных процессов утверждается министерствами и ведомствами по согласованию с Министерством труда и социального защиты РФ и комитетами профсоюзов.

В гардеробных число отделений в шкафах или крючков вешалок для домашней и специальной одежды следует принимать равным списочной численности работающих, а уличной одежды - численности в двух смежных сменах. При списочной численности работающих на

предприятия до 50 чел. следует предусматривать общие гардеробные для всех групп производственных процессов. Гардеробные домашней и специальной одежды для групп производственных процессов 1в, 2в, 2г и 3б должны быть отдельными для каждой из этих групп. В гардеробных мобильных зданий при списочной численности работающих, не превышающей 150 чел., допускается выделять место для размещения шкафов спецодежды 3-й группы производственных процессов, если их число не превышает 25% общего числа шкафов. При гардеробных следует предусматривать кладовые спецодежды, уборные, помещения для дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, места для чистки обуви, бритья, сушки волос (кроме отдельных гардеробных для уличной одежды).

Таблица 6.1

**Санитарно-бытовые помещения в зависимости от группы
производственных процессов**

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Расчетное число человек		Тип гардеробных, число отделений шкафа на 1 чел.	Специальные бытовые помещения и устройства
		на одну душевую сетку	на один кран		
1	2	3	4	5	6
1. Процессы, вызывающие загрязнение веществами 3-го и 4-го классов опасности:					
1а	только рук	25	7	Общие, одно отделение	-
1б	тела и спецодежды	15	10	Общие, два отделения	-
1в	тела и спецодежды, удаляемое с применением специальных моющих средств	5	20	Раздельные, по одному отделению	Химчистка или стирка спецодежды
2. Процессы, протекающие при избытках явной теплоты или неблагоприятных метеорологических условиях:					
2а	при избытках явной теплоты	7	20	Общие, два отделения	Помещения для охлаждения
2б	при избытках явной лучистой теплоты	3	20	То же	То же
2в	связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды	5	20	Раздельные, по одному отделению	Сушка спецодежды

1	2	3	4	5	6
2г	при температуре воздуха до 10° С, включая работы на открытом воздухе	5	20	Раздельные, по одному отделению	Помещения для обогрева и сушки спецодежды
3. Процессы, вызывающие загрязнение веществами 1-2-го классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом:					
3а	только рук	7	10	Общие, одно отделение	
3б	тела и спецодежды	3	10	Раздельные, по одному отделению	Химчистка, искусственная вентиляция мест хранения спецодежды; дезодорация
4. Процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты или стерильности при изготовлении продукции					

Примечания

1. При сочетании признаков различных групп производственных процессов тип гардеробных, число душевых сеток и кранов умывальников следует предусматривать по группе с наиболее высокими требованиями, а специальные бытовые помещения и устройства - по суммарным требованиям.

2. При процессах группы 1а душевые и шкафы, при процессах групп 1б и 3а скамьи шкафов не предусматривают.

3. При любых процессах, связанных с выделением пыли и вредных веществ, в гардеробных должны быть предусмотрены респираторные (на списочную численность работающих), а также помещения и устройства для обеспыливания или обезвреживания спецодежды (на численность работающих в смену).

4. В мобильных зданиях из блок-контейнеров допускается уменьшать расчетное число душевых сеток до 60%.

5. При работах с инфицирующими и радиоактивными материалами, а также с веществами, опасными для человека при воздействии через кожу, санитарно-бытовые помещения следует проектировать с учетом требований ведомственных нормативных документов.

6. В соответствии с ведомственными нормативными документами разрешается открытое хранение одежды, в том числе на вешалках.

Для групп производственных процессов 1 и 2а при численности работающих не более 20 чел. в смену кладовые спецодежды допускается не предусматривать.

В случаях, когда чистка или обезвреживание спецодежды должны производиться после каждой смены, вместо гардеробных следует предусматривать раздаточные спецодежды.

Число душевых, умывальников и специальных бытовых устройств, предусмотренных в табл. 6.1, следует принимать по численности работающих в смену или части этой смены, одновременно оканчивающих работу. Душевые оборудуются открытыми душевыми кабинами. До 20% душевых кабин следует предусматривать закрытыми. Душевые кабины со сквозным проходом предусматриваются при производственных процессах групп 1в, 3б, а также в случаях, установленных требованиями ведомственных нормативных документов.

Уборные в многоэтажных бытовых, административных и производственных зданиях должны быть на каждом этаже. При численности работающих на двух смежных этажах 30 чел. или менее уборные следует размещать на этаже с наибольшей численностью. При численности работающих на трех этажах менее 10 чел. допускается предусматривать одну уборную на три этажа. В уборных более чем на четыре санитарных прибора следует предусматривать одну кабину для лиц пожилого возраста и инвалидов. Общую уборную для мужчин и женщин допускается предусматривать при численности работающих в смену не более 15 чел. Вход в уборную должен предусматриваться через тамбур с умывальником и samozакрывающейся дверью.

Расстояние от рабочих мест в производственных зданиях до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, полудушей, устройств питьевого водоснабжения должно приниматься не более 75 м, для инвалидов с нарушением работы опорно-двигательного аппарата и слепых - не более 60 м, а от рабочих мест на территории предприятия - не более 150 м.

Для стирки спецодежды при производственных предприятиях или группы предприятий разрешается предусматривать прачечные с отделениями химической чистки. В обоснованных случаях допускается использование городских прачечных при условии устройства в них специальных отделений (технологических линий) для обработки спецодежды. Состав и площадь помещений прачечных, химической чистки, восстановления пропитки и обезвреживания спецодежды должны устанавливаться в технологической части проекта с учетом санитарных требований ее обработки. Для обезвреживания спецодежды, загрязненной нелетучими веществами, допускается использовать отдельную технологическую линию в прачечных.

Перегородки гардеробных спецодежды, душевых, преддушевых, умывальных, уборных, помещений для сушки, обеспыливания и обезвреживания спецодежды должны быть выполнены на высоту 2 м из материалов, допускающих их мытье горячей водой с применением моющих средств. Стены и перегородки указанных помещений выше отметки 2 м,

а также потолки должны иметь водостойкое покрытие. При прачечных следует предусматривать помещения для ремонта спецодежды из расчета 9 м на одно рабочее место. Число рабочих мест следует принимать из расчета одно рабочее место по ремонту обуви и два рабочих места по ремонту одежды на 1000 чел. списочной численности.

При производственных предприятиях допускается предусматривать централизованный склад спецодежды и средств индивидуальной защиты. Нормы площади помещений на 1 чел., единицу оборудования, расчетное число работающих, обслуживаемых на единицу оборудования в санитарно-бытовых помещениях, следует принимать по табл. 6.2.

Таблица 6.2

Нормы площади помещений на 1 чел

Наименование	Показатель
1	2
Площадь помещений на 1 чел., м	
Гардеробные уличной одежды, раздаточные спецодежды*, помещения для обогрева или охлаждения	0,1
Кладовые для хранения спецодежды** при:	
обычном составе спецодежды	0,04
расширенном составе спецодежды	0,06
громоздкой спецодежде	0,08
Респираторные	0,07
Помещения централизованного склада спецодежды и средств индивидуальной защиты:	
для хранения	0,06
выдачи, включая кабины примерки и подгонки	0,02
Помещения дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, курительные при уборных или помещениях для отдыха	0,02
Места для чистки обуви, бритья, сушки волос	0,01
Помещения для сушки, обеспыливания или обезвреживания спецодежды	0,15
Помещения для чистки спецодежды, включая каски и спецобувь	0,3
Площадь помещений на единицу оборудования, м	
Преддушевые при кабинах душевых открытых и со сквозным проходом	0,7
Тамбуры при уборных с кабинами	0,4
Число обслуживаемых в смену на единицу оборудования, чел.	
Напольные чаши (унитазы) и писсуары уборных:	
В производственных зданиях	18/12
в административных зданиях	45/30
при залах собраний, совещаний, гардеробных, столовых	100/60
Умывальники и электрополотенца в тамбурах уборных:	
в производственных зданиях	72/48

1	2
в административных зданиях	40/27
Устройство питьевого водоснабжения в зависимости от групп производственных процессов:	
2а, 2б	100
1а, 1б, 1в, 2в, 2г, 3а, 3б, 4	200
Полудуши	15

* Предусматривать отдельные помещения для чистой и загрязненной спецодежды.

** Для групп производственных процессов 1в, 2в, 2г, 3б.

Примечания

1. В I климатическом районе и подрайонах IIА и IIIА, а также при самообслуживании площадь гардеробных уличной одежды следует увеличивать на 25%.

2. При помещениях раздаточных, сушки, обеспыливания и обезвреживания спецодежды следует дополнительно предусматривать место для переодевания площадью $0,1 \text{ м}^2/\text{чел.}$, а в гардеробных уличной одежды и кладовых для хранения спецодежды - места для сдачи и получения спецодежды площадью $0,03 \text{ м}^2/\text{чел.}$ При респираторных более чем на 500 чел. следует дополнительно предусматривать мастерские площадью $0,05 \text{ м}^2/\text{чел.}$ для проверки и перезарядки приборов индивидуальной защиты органов дыхания.

3. Площадь помещений, указанных в табл.6.2, должна быть не менее 4 м^2 , преддушевых и тамбуров - не менее 2 м^2 .

4. В числителе даны показатели для мужчин, в знаменателе - для женщин.

5. При числе обслуживаемых менее расчетного следует принимать одну единицу оборудования.

Ширину проходов, коридоров и других горизонтальных участков путей эвакуации следует принимать из расчета, чтобы плотность потоков эвакуируемых не превышала 5 чел. на 1 м^2 , при этом ширину прохода в помещении следует принимать не менее 1 м, коридора или перехода в другое здание - не менее 1,4 м, а при наличии в числе работающих инвалидов, пользующихся креслами-колясками, - не менее 1,2 и 1,8 м соответственно. Ширина эвакуационного выхода из помещений и из коридоров на лестничную клетку должна быть установлена в зависимости от числа эвакуируемых через этот выход (но не менее 0,8 м) из расчета на 1 м ширины выхода (двери) с учетом требований нормативных документов по пожарной безопасности. Ширина лестничных маршей должна быть не менее ширины выхода на лестничную клетку с наиболее населенного этажа, но не менее 1 м, а для лестниц, ведущих в помещение с числом одновременно пребывающих в нем до пяти человек, - не менее 0,9 м.

Геометрические параметры, минимальные расстояния между осями и ширину проходов между рядами оборудования в бытовых помещениях следует принимать по табл. 6.3.

Таблица 6.3

Наименование	Показатель, м
Размеры в плане	
Кабины:	
душевых закрытые	1,8x0,9 (1,8x1,8)
душевых открытые и со сквозным проходом, полудушей	0,9x0,9 (1,2x0,9)
личной гигиены женщин	1,8x1,2 (1,8x2,6)
уборных	1,2x0,8 (1,8x1,65)
Скамьи в гардеробных	0,3x0,8 (0,6x0,8)
Устройство питьевого водоснабжения	0,5x0,7
Шкафы в гардеробных для уличной и домашней одежды в зависимости от климатических районов и специальной одежды и обуви*:	
ИБ, ИВ, ИГ, ИБ, ИВ, IV	0,25x0,5
ИБ, ИД, ПА, ПА	0,33x0,5
IA, IB, IG и для инвалидов	0,4x0,5
Размеры по высоте	
Разделительные перегородки:	
до верха перегородки	1,8
от пола до низа перегородки	0,2
Шкафы для хранения одежды	1,65
Расстояние между осями санитарных приборов	
Умывальники одиночные	0,65
Ручные и ножные ванны, писсуары	0,7
Ширина проходов между рядами	
Кабины душевых закрытые, умывальники групповые	1,2 (1,8)
Кабины душевых открытые и уборных, писсуары	1,5 (1,8)
Умывальники одиночные	1,8
Ручные и ножные ванны, кабины личной гигиены женщин и фотариев	2
Шкафы гардеробных для хранения одежды при числе отделений в ряду:	
до 18	1,4/1** (2,4/1,8)
от 18 до 36	2/1,4** (2,4/1,8)

* Для обычного состава спецодежды (халаты, фартуки, легкие комбинезоны) следует предусматривать шкафы размерами в плане 0,25x0,5 м, для расширенного состава (обычный состав плюс нательное белье, средства индивидуальной защиты) - 0,33x0,5 м, для громоздкой спецодежды (расширенный состав плюс полушубки, валенки, специальные комбинезоны) - 0,4x0,5 м.

** В знаменателе приведена ширина проходов между рядами шкафов без скамей.

Примечания

1. Ширину проходов между стеной и рядами оборудования следует уменьшать на 40%, при числе единиц оборудования более шести в ряду - увеличивать на 25%.

2. При тупиковых проходах между шкафами для одежды число отделений в ряду следует уменьшать на 35%.

3. В скобках указаны показатели для инвалидов с нарушением работы ОДА.

При списочной численности работающих от 50 до 300 необходимо предусматривать медицинский пункт. Площадь медицинского пункта следует принимать: 12 м² - при списочной численности от 50 до 150 работающих, 18 м² - от 151 до 300. На предприятиях со списочной численностью работающих более 300 чел. должны предусматриваться фельдшерские здравпункты.

При численности работающих в наиболее многочисленной смене до 30 чел. следует предусматривать комнату приема пищи. Площадь комнаты приема пищи следует определять из расчета 1 м² на каждого посетителя и не менее 1,65 м² на инвалида, пользующегося креслом-коляской, но не менее 12 м². Комната приема пищи должна быть оборудована умывальником, стационарным кипятильником, электрической плитой, холодильником. При численности работающих до 10 чел. в смену вместо комнаты приема пищи следует предусматривать в гардеробной дополнительное место площадью 6 м² с установкой стола для приема пищи.

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав санитарно-бытовых помещений сборочно-сварочных цехов?
2. От каких показателей зависит состав санитарно-бытовых помещений для работающих непосредственно на производстве?
3. В зависимости от чего проектируется состав санитарно-бытовых помещений?

7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ С ТОРИРОВАННЫМИ ВОЛЬФРАМОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

Порядок получения торированных вольфрамовых электродов и перевозка их всеми видами транспорта регламентируется «СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности», правилами безопасности при транспортировании радиоактивных материалов НП-053-04 (утв. постановлением Федеральной службы по атомному надзору от 4 октября 2004 г. № 5), «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения» и действующими правилами безопасной перевозки радиоактивных веществ.

На предприятиях и в учреждениях, использующих торированные вольфрамовые электроды, запас электродов не должен превышать годовой потребности в них. Этот запас следует хранить на центральном складе предприятия. Электроды, необходимые для месячной работы, и квартальный запас электродов, не превышающий 5 кг, разрешается хранить в подсобных складах цехов или участков, не отделяя их от остальных хранящихся материалов, за исключением фоточувствительных. К хранению торированных вольфрамовых электродов непосредственно на рабочих местах (до 1 кг) особых требований не предъявляется (табл. 7.1).

Одновременное выполнение сварочных работ торированными вольфрамовыми электродами более чем на пяти рабочих местах, расположенных в одном и том же цехе, следует относить к условно радиационноопасным. Операции по заточке торированных вольфрамовых электродов следует производить на специально выделенном заточном станке, установленном в любом близлежащем к сварочным постам помещении, отвечающем общим санитарным и гигиеническим требованиям. Заточной станок должен быть оборудован механической вытяжкой. Пыль должна собираться и помещаться в сборник твердых радиоактивных отходов.

Таблица 7.1

Степень связи с радиационным фактором различных видов работы с торированными вольфрамовыми электродами

№ п/п	Характер работы	Количество электродов на рабочем месте		
		Менее 1 кг	От 1 до 5 кг	От 5 до 10 кг
1	2	3	4	5
1	Получение электродов и их доставка на предприятие	Радиационной опасности не представляет	Радиационной опасности не представляет	Условная радиационная опасность

1	2	3	4	5
2	Хранение электродов на складе предприятия	То же	То же	То же
3	Доставка электродов к сварочным постам	То же	_***	_***
4	Временное хранение электродов на рабочих местах	То же	-	-
5	Заточка электродов	Условная радиационная опасность	-	-
6	Сварка	Условная радиационная опасность**	-	-

* Условно радиационно-опасными считаются работы, которые при выполнении требований настоящих Правил перестают быть радиационно-опасными.

** Одновременная сварка не более чем на 5 рабочих постах радиационной опасности не представляет.

*** Прочерки в таблице обусловлены отсутствием данных видов работ с количеством электродов более 1 кг.

Дозиметрический контроль за работами с торированными вольфрамовыми электродами должен выполняться промышленными лабораториями предприятий и радиологическими группами санитарно-эпидемиологических станций (СЭС) при осуществлении текущего санитарного надзора.

7.2. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАДИОНУКЛИДНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Радионуклидная дефектоскопия является методом неразрушающего контроля внутренней макроструктуры контролируемых объектов (наличия макроскопических технологических дефектов сварки, пайки, литья и других технологических процессов) с помощью закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения (далее - источников). Просвечивание изделий проводится с помощью радионуклидного дефектоскопа, в состав которого входят источник в защитном блоке, механизм управления перемещением источника в рабочее положение и в положение хранения или управления затвором, перекрывающим пучок излучения, а также устройство для регистрации теневого изображения, формируемого прошедшим через объект контроля ионизирующим излучением, на основе

рентгеновской пленки, цифровых детекторов или иных систем. Основным видом радиационного воздействия, которому может подвергаться персонал, осуществляющий обращение с радионуклидными дефектоскопами, является внешнее облучение всего тела или отдельных его участков гамма-излучением, нейтронами или бета-частицами в зависимости от используемого источника, происходящее при установке радионуклидного дефектоскопа в рабочее положение, при просвечивании и при снятии его после окончания работы, а также при проведении радиационного контроля, при хранении и транспортировании радионуклидных дефектоскопов. Дозы облучения возрастают при работе в труднодоступных местах, ремонте радионуклидных дефектоскопов и их перезарядке новыми источниками.

В аварийных ситуациях могут возрасти дозы внешнего облучения, а при нарушении целостности источника возможно загрязнение рабочих мест, оборудования, специальной одежды и тела работающих радиоактивными веществами, а также поступление их внутрь организма.

Согласно СП 2.6.1.3241-14 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии» в организациях, проводящих работы по радионуклидной дефектоскопии, организуются лаборатории радионуклидной дефектоскопии.

Помещения лаборатории радионуклидной дефектоскопии размещаются в едином комплексе. Состав, количество и размеры помещений лаборатории определяются объемом и характером выполняемых дефектоскопических работ. На входных дверях лабораторий радиоизотопной дефектоскопии, хранилищ переносных радионуклидных дефектоскопов и источников, ограждениях временных хранилищ переносных радионуклидных дефектоскопов, наружной поверхности защитных боксов устанавливаются знаки радиационной опасности. Эксплуатация радионуклидных дефектоскопов производится в соответствии с их технической документацией (инструкция по эксплуатации) в условиях, соответствующих требованиям их эксплуатационной технической документации. Проведение работ по радионуклидной дефектоскопии в стационарных условиях разрешается только в помещениях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении. Выполнение в этих помещениях работ, не связанных с радионуклидной дефектоскопией, не допускается.

Администрация организации разрабатывает и утверждает инструкцию по радиационной безопасности при проведении радионуклидной дефектоскопии, в которой регламентируется:

- порядок проведения работ;
- порядок учета, хранения и выдачи дефектоскопов;

- требования к содержанию помещений и необходимые меры радиационной защиты.

При любом изменении условий работ в инструкции своевременно должны вноситься необходимые дополнения, должны проводиться внеочередной инструктаж персонала и проверка знаний правил обеспечения безопасности при проведении работ по радионуклидной дефектоскопии.

Лица, привлекаемые к работам по радионуклидной дефектоскопии, перед началом работы должны пройти инструктаж по радиационной безопасности при проведении радионуклидной дефектоскопии. Результаты инструктажа фиксируются в журнале.

Проектирование стационарной радиационной защиты помещений, смежных с помещением, в котором проводится радионуклидная дефектоскопия, осуществляется с учетом категории лиц, находящихся в смежных помещениях, времени работы дефектоскопов и назначения помещений. При этом используются значения проектных мощностей доз, приведенные в табл. 7.2. (СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности»).

Таблица 7.2

Мощность эквивалентной дозы, используемая при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения

Категория облучаемых зон		Назначение помещений и территорий	Продолжительность облучения, ч/год	Проектная мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч
Персонал	группа А	Помещения постоянного пребывания персонала	1700	6,0
		Помещения временного пребывания персонала	850	12
	группа Б	Помещения радиационного объекта и территория санитарно-защитной зоны, где находится персонал	2000	1,2
Население		Любые другие помещения территории	8800	0,06

Требования к радиационной защите потолка в помещениях для проведения радионуклидной дефектоскопии, расположенных непосред-

ственно под крышей здания, и к радиационной защите пола в помещениях для проведения радионуклидной дефектоскопии, расположенных на первом этаже (при отсутствии расположенных под ним цокольных и подвальных помещений), не предъявляются.

В тех случаях, когда контролируемые объекты подаются в помещение для проведения радионуклидной дефектоскопии сверху с помощью подъемных кранов, предусматриваются проемы в потолке минимально необходимых размеров. Проемы оборудуются соответствующей защитой (створки, защитные плиты).

К вентиляции помещений, в которых проводятся работы по радионуклидной дефектоскопии, специальных требований, связанных с наличием ионизирующего излучения, не предъявляется.

Отработавшие источники являются радиоактивными отходами и подлежат захоронению.

Лаборатория радиоизотопной дефектоскопии для проведения просвечивания в стационарных условиях включает следующие помещения:

- помещение для просвечивания;
- помещение пульта управления дефектоскопом (пультовая);
- фотолаборатория (при работе с рентгеновской пленкой);
- помещение для обработки и хранения результатов контроля;
- санитарно-бытовые помещения для персонала.

Размеры указанных помещений должны обеспечивать возможность безопасного проведения работ по радионуклидной дефектоскопии с учетом размеров контролируемых изделий и технологии проводимых работ.

Стационарные дефектоскопы устанавливаются в защитных боксах без окон. Вход в помещение для проведения радионуклидной дефектоскопии выполняется в виде лабиринта с дверью или оборудуется защитной дверью так, чтобы они обеспечивали радиационную безопасность в смежных помещениях. Двери оборудуются блокировками, связанными с механизмом перемещения источника (открытия затвора) так, чтобы исключить возможность:

- включения дефектоскопов при незакрытой или неплотно закрытой двери;
- открывания двери снаружи при включенном дефектоскопе.

Изнутри дверь должна открываться беспрепятственно при любом положении источника с одновременным переводом его в положение хранения (закрытием затвора).

Если в помещении для проведения радионуклидной дефектоскопии имеется вторая дверь (для подачи объектов контроля), то она также оборудуется радиационной защитой и блокировками.

Предусматривается устройство для принудительного перемещения источника в положение хранения (закрытия затвора) в случае отключения энергопитания или иной нештатной ситуации. Пульт управления и вход в помещение для проведения радионуклидной дефектоскопии оборудуются предупредительными световыми сигналами, автоматически включающимися при переводе источника в рабочее положение (открытии затвора).

7.2.1. Требования к проведению работ с переносными (передвижными) радионуклидными дефектоскопами

В организациях, использующих переносные радионуклидные дефектоскопы, предусматриваются специальные хранилища площадью из расчета 3 м² на один дефектоскоп, но не менее 10 м².

Площадь временных хранилищ радионуклидных дефектоскопов, создаваемых вне территории организации при проведении работ в полевых условиях, может быть уменьшена до 1 м² на дефектоскоп, но не менее 2 м². В всех случаях мощность амбиентного эквивалента дозы излучения в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от наружной поверхности хранилища или его ограждения, исключающего доступ посторонних лиц, не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

При использовании для просвечивания переносных или передвижных радионуклидных дефектоскопов оборудуются следующие помещения:

- хранилище дефектоскопов;
- фотолаборатория (при использовании рентгеновской пленки);
- помещения для обработки и хранения результатов контроля;
- санитарно-бытовые помещения для персонала.

Источники и переносные (передвижные) радионуклидные дефектоскопы с источниками выдаются лицом, ответственным за их хранение и учет, из мест хранения по письменному разрешению руководителя организации. Выдача и возврат каждого дефектоскопа (источника) регистрируются в журнале.

Стационарное использование переносных радионуклидных дефектоскопов в производственных помещениях проводится в защитных боксах. При размещении защитного бокса в производственном помещении мощность амбиентного эквивалента дозы в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от внешней поверхности защитного бокса или защитного ограждения, исключающего возможность доступа посторонних лиц при проведении работ по радионуклидной дефектоскопии, при всех допустимых режимах проведения радионуклидной дефектоскопии не должна превышать 2,5 мкЗв/ч.

Доставку переносных радионуклидных дефектоскопов к месту работы допускается производить вручную при условии, что годовые эффективные дозы техногенного облучения персонала при этом не превысят установленных пределов доз для персонала группы А.

7.2.2. Производственный радиационный контроль

В организациях, в которых проводится радионуклидная дефектоскопия, осуществляется производственный радиационный контроль. В зависимости от объема проводимых работ производственный радиационный контроль осуществляется службой радиационной безопасности или лицом, ответственным за радиационный контроль, прошедшим специальную подготовку.

Программа радиационного контроля разрабатывается администрацией с учетом особенностей, объема и условий выполняемых работ по радионуклидной дефектоскопии. Персонал службы радиационной безопасности назначается из числа сотрудников, отнесенных к персоналу группы А, прошедших специальную подготовку, включающую изучение основ радионуклидной дефектоскопии, дозиметрии и радиационной безопасности.

При использовании переносных и передвижных радионуклидных дефектоскопов проводятся следующие виды производственного радиационного контроля:

- измерение мощности амбиентного эквивалента дозы излучений на расстоянии 1 м от поверхности радиационной головки (в положении хранения) - каждый раз по окончании работ и при сдаче в хранилище;
- контроль эффективности радиационной защиты хранилища, смежных с ним помещений и специальных транспортных средств - два раза в год;
- измерение мощности амбиентного эквивалента дозы излучения на рабочих местах дефектоскопистов и определение размеров зон ограничения доступа - один раз в квартал, а также каждый раз при изменении технологии проведения радионуклидной дефектоскопии и после перезарядки радионуклидного дефектоскопа;
- измерение мощности амбиентного эквивалента дозы излучения на рабочих местах лиц, проводящих зарядку, перезарядку и ремонт радионуклидных дефектоскопов - каждый раз при выполнении указанных операций;
- определение уровней загрязнения радиоактивными веществами радионуклидных дефектоскопов, транспортных средств и контейнеров, а также хранилищ и помещений, где осуществляются зарядка, перезарядка и ремонт радионуклидных дефектоскопов - один раз в квартал;

- измерение индивидуальных доз облучения персонала, занятого на основных и вспомогательных операциях при выполнении работ по радионуклидной дефектоскопии - постоянно с регистрацией результатов один раз в квартал.

При использовании стационарных радионуклидных дефектоскопов проводятся следующие виды производственного радиационного контроля:

- измерение мощности амбиентного эквивалента дозы излучения в помещениях, смежных с помещением для проведения радионуклидной дефектоскопии, в пультовых - два раза в год;

- измерение уровней загрязнения радиоактивными веществами радионуклидных дефектоскопов, помещений, в которых они установлены, и вспомогательного оборудования - два раза в год;

- измерение мощности амбиентного эквивалента дозы излучения при выполнении ремонтных работ, а также зарядки и перезарядки радионуклидных дефектоскопов - каждый раз при выполнении перечисленных операций;

- определение уровней загрязнения радиоактивными веществами радионуклидных дефектоскопов - каждый раз при выполнении ремонтных работ, а также при зарядке и перезарядке дефектоскопов;

- индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А - постоянно, с регистрацией результатов один раз в квартал;

- проверку исправности систем блокировок и сигнализации - каждый раз перед началом работы.

Лица, проводящие работы с передвижными и переносными радионуклидными дефектоскопами, обеспечиваются двумя индивидуальными дозиметрами - прямопоказывающим с сигнализацией превышения установленного порога по мощности амбиентного эквивалента дозы и накопительным.

Карточки учета индивидуальных доз облучения персонала группы А хранятся в организации в течение 50 лет.

Для предупреждения радиационных аварий при работах с радионуклидными дефектоскопами следует выполнять следующие требования:

- соблюдать меры обеспечения радиационной безопасности;

- не допускать извлечения источников из защитных блоков радионуклидных дефектоскопов, если это не предусмотрено инструкцией по эксплуатации. В тех случаях, когда инструкцией по эксплуатации предусмотрено их извлечение, эту операцию должны выполнять только подготовленные специалисты, относящиеся к персоналу группы А, с использованием магазина-контейнера для набора источников, транспортно-перезарядных контейнеров либо дистанционного инструмента, защитных

экранов и других приспособлений в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации;

- условия эксплуатации радионуклидных дефектоскопов и установленных в них источников (вибрация, температура, уровень запыленности, влажность, наличие агрессивных сред и другие) должны соответствовать требованиям, установленным в их эксплуатационно-технической документации;

- при работе с радионуклидными дефектоскопами в полевых условиях проверку наличия источников в дефектоскопе следует проводить при каждом получении дефектоскопа и при каждой его сдаче на хранение. Каждый раз после окончания работ по радионуклидной дефектоскопии следует убедиться в том, что источник находится в положении хранения.

Возобновление работ в зоне ликвидированной радиационной аварии и снятие ограничений доступа в эту зону возможно только по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Контрольные вопросы

1. Каким видам радиационного воздействия подвергается персонал при работе с радионуклидными дефектоскопами?
2. Какие требования предъявляются к помещению лаборатории радионуклидной дефектоскопии?
3. Как хранят переносные дефектоскопы?
4. Какие виды радиационного контроля проводят при использовании радионуклидных дефектоскопов?
5. Требования безопасности для предупреждения аварий при работе с радионуклидными дефектоскопами.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ.
2. ГОСТ 19521-74 «Сварка металлов. Классификация». -М.: Издательство стандартов, 1991. - 9 с.
3. ГОСТ 2246-70«Проволока стальная сварочная. Технические условия (с Изменениями N 1-5)». - М.: Стандартиформ, 2008. - 22 с.
4. ГОСТ 9087-81«Флюсы сварочные плавные. Технические условия». - М.: Издательство стандартов, 2002. - 10 с.
5. ГОСТ 10157-2016 «Аргон газообразный и жидкий. Технические условия». - М.: Стандартиформ, 2016. - 18 с.
6. ГОСТ 949-73 «Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P(p) \leq 19,6$ МПа (200 кгс/кв. см). Технические условия (с Изменениями N 1-5)». - М.: Стандартиформ, 2005. - 14 с.
7. ГОСТ 20461-75 «Гелий газообразный. Метод определения объемной доли примесей эмиссионным спектральным анализом (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)». - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999 год. - 8 с.
8. ГОСТ 8050-85 «Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)». - М.: Издательство стандартов, 1995. - 25 с.
9. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».- М.: Стандартиформ, 2015. - 13 с.
10. ГОСТ ССБТ 12.3.003-86 «Работы электросварочные. Требования безопасности (с Изменением N 1).
11. Приказы Минздрава РФ № 405 от 10.12.96 г и № 280 от 5.10.95 г.
12. <https://блог-инженера.рф/category/oxrana-truda/page/2> (дата обращения 04.07.2018).
13. ГОСТ ССБТ 12.0.004-2015 «Организация обучения безопасности труда. Общие положения». -М.: Стандартиформ, 2016. - 26 с.
14. ГОСТ 12.0.230-2007 «Системы управления охраной труда. Общие требования ILO-OSH2001». -М.: Стандартиформ, 2016. - 17 с.
15. СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 «Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ».
16. ПБ 03-273-99 «Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства».
17. ГОСТ 12.0.002-2014 «Термины и определения».
18. ГОСТ 12.0.004-2015 «Организация обучения безопасности труда».
19. Приказ Минтруда России от 9 декабря 2014 г. N 997н «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными усло-

- виями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».
20. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».
 21. ГОСТ 12.4.103-83 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация».
 22. ГОСТ 32489-2013 «Межгосударственный стандарт. Пояса предохранительные строительные. Общие технические условия».
 23. <http://www.svarkomplekt.ru/cgi-bin/news/view.cgi?news=60> (дата обращения 03.09.2018).
 24. ГОСТ ССБТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
 25. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
 26. ППР-12 Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 17.02.2014) «О противопожарном режиме».
 27. «Правила противопожарного режима в Российской Федерации».
 28. ГОСТ 27331-87 (СТ СЭВ 5637-86) «Государственный стандарт Союза ССР. Пожарная техника. Классификация пожаров».
 29. «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 N 116.
 30. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
 31. Приказ от 14 апреля 1997 года N 158 «Об утверждении методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу».
 32. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
 33. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
 34. СП 61.13330.2012. Свод правил. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003.
 35. СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов».
 36. **Логунова, О.Я.** Проектирование вентиляции сборочно-сварочных цехов: учеб. пособие / О.Я. Логунова. - Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 1999. – 89с.
 37. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
 38. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

39. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования».
40. ГОСТ 12.4.124-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».
41. ГОСТ 12.4.123-83 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты от инфракрасного излучения. Общие технические требования».
42. ГОСТ 12.4.045-87 «ССБТ. Костюмы мужские для защиты от повышенной температуры. Технические условия».
43. ГОСТ 12.4.023-84 «ССБТ. Щитки защитные лицевые. Общие технические требования и методы контроля».
44. СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания».
45. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».
46. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).
47. Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов НП-053-04 (утв. постановлением Федеральной службы по атомному надзору от 4 октября 2004 г. N 5).
48. СП 2.6.1.3241-14 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии».
49. **Бадьянов, Б. Н.** Сварочные процессы в электронном машиностроении: учеб. пособие / Б. Н. Бадьянов, В. А. Давыдов, С. Г. Паршин. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 268 с.
50. **Пачурин, Г.В.** Основы безопасности жизнедеятельности: для технических специальностей: учеб. пособие / Г.В. Пачурин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 397 с.
51. **Пачурин, Г.В.** Безопасность эксплуатации промышленного оборудования и технологических процессов: учебное пособие / Г.В. Пачурин, В.И. Миндрин, А.А. Филиппов; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 192 с.
52. **Пачурин, Г.В.** Безопасность и экологичность технологических процессов в машиностроении: учеб. пособие / Г.В. Пачурин, А.Б. Елькин, И.Г. Трунова. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2018. - 173 с.
53. **Пачурин, Г.В.** Безопасность эксплуатации промышленного оборудования и технологических процессов: учебное пособие / Г.В. Пачурин, В.И. Миндрин, А.А. Филиппов; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 192 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРЫ ТИПОВЫХ РАСЧЕТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Приложение П.1

**Количество вредных веществ, выделяющихся в воздух
(в граммах на 1 кг расходуемого материала)**

Материал		Свароч- ный аэрозоль	Вредные вещества, выделяющиеся в воздух, г/кг			
Тип (способ) сварки	Марка		Окись марган- ца	Фтори- стый водород	Прочие	
					Наименование	Коли- чество
1	2	3	4	5	6	7
Электросварка сталей штучными электродами общего назначения						
Э42-Т	АНО-5	14	1,87			
Э42-Т	АНО-6	16,3	1,95			
	АНО-7	12,4	1,45			
Э42-А	УОНИ -13	136,6	0,51			
Э50-АФ	УОНИ -13	18	1,09	2,3		
Э60-АФ	УОНИ -13	7,5	1,41	1,17		
Сварка чугуна						
Проволока ХІ9П9Ф203		7,0	0,42		Хромовый ан- гидрид	0,03
Св-16Х16Н- 25М6		15,0	0,30		То же	1,0
Сварка в аргоне						
Проволока		20,0			Окись алюми- ния	15,0
Наплавка						
Ручной газовый С-27		3,16			Хромовый ан- гидрид	0,005
Сварка и наплавка под слоем флюса						
Полуавтомати- ческий ФЦ-6		0,12	0,007	0,003		
Автоматиче- ский ФЦ-11		0,03	0,005	0,02		

1	2	3	4	5	6	7
АН-26		0,056	0,004	0,027		
Контактная сварка						
Точечная					Окись углерода	7,6
Газовая резка						
Сталь 8-5 мм		0,7 г/м				
Сталь до 10 мм		1,1 г/м				
Сталь до 20 мм		2,5 г/м				
Газовая сварка стали						
Ацетиленовая					Окислы азота	22 г/кг (ацети- лена)
					Тепловыделе- ния	50280 кДж/кг

Приложение П.2

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварочных работах

Технологический процесс (операция)	Выделяемое загрязняющее вещество	
	Наименование	Удельное количество
КОНТАКТНАЯ ЭЛЕКТРОСВАРКА СТАЛИ:		
стыковая и линейная	Железа оксид	24,25 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
	Марганец и его соединения	0,75 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
точечная	Железа оксид	2,425 г/ч на 50 кВт номинальной мощности машины
	Марганец и его соединения	0,075 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
точечная, высоколегированных сталей на машинах МПТ-75, МПТ-100, МТПП-75	Сварочный аэрозоль (имеет состав свариваемых материалов)	3,5 - 5 г/ч на машину
Сварка трением	Углерода оксид	0,008 г/см ² площади стыка
ГАЗОВАЯ СВАРКА СТАЛИ:		
ацетилен-кислородным пламенем	Диоксид азота	22 г/кг ацетилена
С использованием пропан-бутановой смеси	Диоксид азота	15 г/кг смеси
Плазменное напыление алюминия	Алюминия оксид	77,5 г/кг расходуемого порошка
Металлизация стали цинком	Цинка оксид (в пересчете на Zn)	96 г/кг расходуемой проволоки
Радиочастотная сварка алюминия	Алюминия оксид	73 г/ч на агрегат «16-76»
ДУГОВАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОВОЛОКИ:		
СВ-08Г2С	Сварочный аэрозоль	18,0 - 38,0 г/кг расходуемой проволоки
	Марганец и его соединения	0,7 - 1,48 г/кг
	Пыль неорганическая, содержащая 20 - 70 % SiO ₂	0,07 - 0,16 г/кг
СВ-07Х25Н13	Сварочный аэрозоль	28,0 - 47,0 г/кг
	Марганец и его соединения	2,1 - 3,6 г/кг
	Хром шестивалентный (в пересчете на триокись хрома)	0,15 - 0,26 г/кг
ЭК-7	Пыль	13,0 - 17,0 г/кг
	Марганец и его соединения	0,070 г/кг

Приложение П.3

Количество воздуха, необходимое для растворения до предельно допустимых концентраций сварочных аэрозолей

N п/п	Технологическая операция	Сварочные материалы (широко применяемые)	Валовые выделения определяющих воздухообмен вредных веществ в г на 1 кг расходуемого сварочного материала		Количество воздуха в м ³ на 1 кг расходуемого сварочного материала
			Наименование	Количество	
1	2	3	4	5	6
А. Сварка и наплавка электродами, порошковой, электродной и присадочной проволоками					
1	Ручная дуговая сварка:		Марганец	0,83	2800
	а) углеродистых и низколегированных конструкционных сталей	Электроды с покрытием:			
		1) газозащитного типа (ОМА-2) (ВСЦ-4, ВСЦ-4а)	Железа окись примесью до 3% окислов марганца	20,0-24,2	3400-4000
		2) рутилового и рутилкарбонатного типа (ОЗС-3)(АНО-1,ОЗС-6)	То же	15,3	2500
			Железа окись с примесью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединения	7,1-13,8	1800-3400
		(АНО-3, АНО-4, МР-3, МР-4, ЗРС-3, РБУ-4, ОЗС-4, АНО-5, ОЗС-12)	Марганец	0,59-1,87	2000-6200
		3) фтористо-кальциевого типа (УОНИ-13/45, УОНИ-13/85, СК2-50)	Железа окись с примесью фтористых или от 3 до 6%	11,2-13,6	2800-3400

1	2	3	4	5	6
			марганцевых соединений		
		(ВСФ-65, ВСФС-60,	Марганец	1,1-1,53	3700-5100
		УОНИ-13/65, К-5а, АНО-7) (ЭБ-55, УОНИ-13/55, УОНИ-13/55у, АНО-1, УОНИ-13/55Д)	Фтористый водород	2,13-2,7	4300-5400
		4) рудно-кислого и ильменитового типа (ЦН-7, ОНН-5, СН-5, АНО-6)*	Марганец	1,7-2,38	5700-8000
	б) теплоустойчивой стали	Электроды с покрытием фтористо-кальциевого типа (ЦЛ-2 6м, ЦЛ-17)	Хромовый ангидрид	0,085-0,166	8500-16600
	в) коррозионно-стойкой, жаро-стойкой и жаро-прочной сталей	Электроды с покрытием:			
		1) рутилового и рутилкарбонатного типа (ОЗЛ-9А, НИАТ-1, ОЗЛ-14)*	То же	0,273-0,46	27300-46000
		2) фтористо-кальциевого типа (ОЗЛ-20, ВИН-1, ОЗЛ-7, ЦТ-15, ЭА-400/10У, НЖ-13, ЭА-606/11, ОЗЛ-6, ОЗЛ-5, ЦТ-28, ИНЕТ-10, ЦЛ-9)	То же	0,1-0,595	10000-59500
		(ЦТ-3 6)	Марганец	1,19	4000
	г) высокопрочных среднелегированных сталей	Электроды с покрытием фтористо-кальциевого типа (ЭА-395/9, ЭА-981/15, ВИ-10-61*	Хромовый ангидрид	0,425-0,72	42500-72000
2	Ручная дуговая				

1	2	3	4	5	6
	наплавка: а) слоя низколегированной стали	Электроды с покрытием:			
		фтористо-кальциевого типа (ОЗН-250)*	Железа окись с примесью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	22,4	5600
		(НР-70, ОЗН-300)*	Марганец	3,9-4,42	11000-14700
		(ОЗШ-1, ЭН-60М, УОНИ-13/НЖ, ЦН-6Л, ОЗИ-3*	Хромовый ангидрид	0,145-0,393	14500-39000
	б) слоя хромистой стали	Электроды с покрытием: фтористо-кальциевого типа (ВСН-6, ОНГ-Н)**	То же	0,29-1,54	29000-154000
	в) слоя высокохромистого специального чугуна или стали	Электроды, легированные хромом (Т-590, Т-260)**	То же	2,87-3,7	287000-37000
3	Ручная дуговая сварка и наплавка чугуна	Электроды с покрытием: фтористо-кальциевого типа:			
		1) железованадиевые (ЦЧ-4)*	Ванадий, дым пятиокиси	0,54	5400
		2) медные и медно-никелевые (МНЧ-2) (ОЗЧ-1)*	Медь	4,42-6,05	4400-6100
4	Ручная сварка и наплавка меди и ее сплавов	Электроды с покрытием: фтористо-кальциевого типа («Комсомолец-100»)*	Марганец	3,9	13000
5	Полуавтоматическая сварка стали:				
	а) без газовой защиты	Присадочная проволока и	То же	1,11	3700

1	2	3	4	5	6
		керамический стержень (ЦСК-3) (ЭП-245)			
			Железа окись с приме- сью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	12,4	3100
	б) без газовой защиты	Порошковые проволоки (ЭПС-15/2)*	Марганец	0,89	2900
		(ПП-ДСК1, ПП-ДСК2, ПСК-3)*	Железа окись с приме- сью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	7,7-11,7	1900-2900
		(ПП-АН3)*	Фтористый водород	2,7	5400
	в) в защите угле- кислого газа	Порошковые проволоки (ПП-АН4)* (ПП-АН8)*	То же	1,95	3900
	г) в защите угле- кислого газа	1) Электродные проволоки (СВ-08Г2С)	Железа окись с приме- сью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	8,0	2000
		(СВ-10Г2Н2СНТ)	Железа окись с приме- сью до 3% окислов мар- ганца	12,0	2000
		2) Хромоникеле- вые электродные проволоки (СВ-08Х19НФ2Ц2), (СВ-Г6Х16Н25М6)*	Хромовый ангидрид	0,5-1,0	50000- 100000
6	Полуавтоматиче- ская сварка меди				

1	2	3	4	5	6
	и ее сплавов:				
	а) в защите азота	Электродная проволока (МНЖ-КТ5-1-0,2-0,2)*	Медь	7,0	7000
	б) в защите смеси аргона и гелия	Электродная проволока (МНЖ-КТ-5-1-0,2-0,2)*	Медь	11,0	11000
7	Ручная сварка алюминия и его сплавов	Электроды (ОЗА-1, ОЗА-2/АК)*	Алюминия окись в виде аэрозоля конденсации	20,0-28,0	10000-14000
8	Полуавтоматическая аргонно-дуговая (гелиево-дуговая) сварка алюминия и его сплавов плавящимся электродом	Электродные проволоки (Д-20, АНЦ, АНГ-6Т, АИР, сплав-3)*	То же	7,6-28,0	3800-14000
9	Полуавтоматическая аргонно-дуговая сварка титановых сплавов плавящимся электродом	Электродные проволоки	Титан и его двуокись	4,75	500
Б. Наплавка литыми твердыми сплавами и карбидно-боридным и соединениями					
10	Ручная электродуговая наплавка	1) Литые твердые сплавы (С-27, В-2К)**	Хромовый ангидрид	1,01-1,66	101000-16600
		2) Стержневые электроды с легирующей обмазкой (КБХ-45, БХ-2, ХР-19)**	То же	2,12-4,35	212000-435000
		3) Наплавочные смеси (КБХ)*	То же	0,033	3300
		(БХ)*	Железа окись с примесью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	54,2	9000

1	2	3	4	5	6
11	Ручная газовая наплавка	1) Литые твердые сплавы (С-27)	Железа окись с примесью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	3,16	800
		(В-2К)*	Хромовый ангидрид	0,475	47500
		2) Литые карбиды трубчатые (РЭ-ЛИТ-ТЗ)	Вольфрам	3,94	650
		(СВ-10Г2Н2СНТ)	Железа окись с примесью до 3% окислов марганца	12,0	2000
		2) Хромоникелевые электродные проволоки (СВ-08Х19НФ2Ц2), (СВ-Г6Х16Н25Н6)*	Хромовый ангидрид	0,5-1,0	50000-100000
12	Полуавтоматическое газовое напыление	Порошки для напыления (СНГН, ВСНГН)*	Хромовый ангидрид	0,063-0,357	6300-35700
В. Сварка и наплавка под плавленными и керамическими флюсами					
13	Автоматическая и полуавтоматическая сварка под плавленными флюсами:				
	а) стали	Электродные проволоки, флюсы (ФЦ-2А, ФЦ-б; ФЦ-7, ФЦ-12, АН-2 б, АН-64, 48-ОФ-6М, ОСЦ-45)	Фтористый водород	0,017-0,2	40-400
		(АН-30, АН-60, АН-348А, 48-ОФ-11)	Марганец	0,012-0,07	40-250
	б) алюминия и его сплавов	Электродная проволока, флюс (АН-А1)*	Алюминия окись в виде аэрозоля	31,2	15600

1	2	3	4	5	6
			конденсации		
14	Автоматическая и полуавтоматическая сварка под керамическими флюсами:				
	а) стали	Электродные проволоки, флюсы (К-8, ЖС-450, КС-12ГА2)	Углерода окись	17,8-22,4	900-1100
		(К-11)	Марганец	0,089	300
		(АНК-18, К-1)	Фтористый водород	0,042-0,15	80-300
	б) алюминия и его сплавов	Электродная проволока, флюс (ЖА-64)	То же	0,076	150

N п/ п	Технологическая операция	Определяющие воздухообмен вредные вещества			Количество воздуха в м ³
		Наименование	Измеритель	Количество	
Г. Контактная электросварка, сварка трением, плазменное напыление, металлизация, электродуговая резка, газопламенная резка и сварка					
1	Контактная электросварка стали:				
	а) стыковая	Железа окись с примесью до 3% окислов марганца	Г/ч на 75 кВА номинальной мощности машины	25	4000
	б) точечная	То же	То же на 50 кВА	2,5	400
2	Сварка трением	Окись углерода	Мг на 1 см ² площади стыка	80	0,4
3	Плазменное напыление алюминия	Алюминия окись в виде аэрозоля конденсации	Г на 1 кг расходуемого порошка	77,5	38700
4	Металлизация стали цинком	Цинка окись	Г на 1 кг расходуемой проволоки	96	16000
5	Газовая резка высокомарганцевистых сталей	Марганец	Г на 1 м длины реза, толщиной 1 мм	0,12	400

1	2	3	4	5	6
6	То же, углеродистых и низколегированных сталей	Железа окись с примесью до 3% окислов марганца	То же	0,45	75
7	То же, титановых сплавов	Титан и его двуокись	То же	0,15	150
8	Электродуговая резка алюминиевых сплавов	Алюминия окись в виде аэрозоля конденсации	То же	0,2	100
9	Газовая сварка сталей ацетиленокислородным пламенем	Азота окись	Г на 1 кг ацетилена	22	4400
10	То же, с использованием пропан-бутановой смеси	То же	Г на 1 кг смеси	15	3000

* Требуется дополнительное применение респиратора или подача чистого воздуха под маску.

** Обязательно устройство местной вытяжной вентиляции и дополнительное применение респиратора.

Расчет защитного заземления и защитного зануления

П 4.1. Расчёт защитного заземления

Расчёт защитного заземления может выполняться по допустимому сопротивлению заземляющего устройства R_3 или по допустимым напряжениям прикосновения и шага $U_{пр}$ и $U_{ш}$.

Допустимые значения сопротивления заземляющих устройств согласно «Правил устройства электроустановок» следующие:

- для установок до 1000 В

$R_3 = 4 \text{ Ом}$ - если суммарная мощность источников тока, питающих сеть более 100 кВт.

$R_3 = 10 \text{ Ом}$ - во всех остальных случаях.

- для установок выше 1000 В

$R_3 = \frac{250}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}$ - в сетях с номинальным напряжением 6, 35 кВ с

изолированной нейтралью при малых токах заземления (менее 500 А) при условии использовании заземляющих устройств только для электроустановок напряжением выше 1000 В.

$R_3 = \frac{125}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}$ - тоже в сетях с номинальным напряжением 6,

35 кВ с изолированной нейтралью и малыми токами заземления, но с использованием заземляющих устройств одновременно и для электроустановок напряжением до 1000 В.

$R_3 = 0,5 \text{ Ом}$ - в сетях напряжением 110 кВ и выше с эффективно заземлённой нейтралью при больших токах замыкания (более 500 А).

Ток замыкания на землю I_3 в установках напряжением более 1000 В без компенсации ёмкостных токов определяется из выражения

$$I_3 = \frac{U}{350} (35l_{к.л.} + l_{в.л.}), \text{ А} \quad (1)$$

где U – линейное напряжение сети, кВ; $l_{к.л.}$ - длина кабельных линий, км; $l_{в.л.}$ - длина воздушных линий, км.

В установках напряжением более 1000 В без компенсации ёмкостных составляющих ток замыкания на землю принимается равным $I_3 = 1,25 \cdot I_{ном}$, А, $I_{ном}$ - номинальный ток потребителей сети.

Порядок расчёта одиночных искусственных заземлений

1. Определить допустимое сопротивление заземляющего устройства - R_3 (см. выше).

2. Принять тип заземлителя, который может быть выполнен из стальных стержней диаметром $d = 12 \div 20$ мм и длиной $l = 5 \div 10$ м, из стальных труб $d = 25 \div 50$ мм и $l = 2,5 \div 5$ м, из стальной полосы шириной $b = 20 \div 40$ мм и длиной 15, 25, 50 м. Расстояние между одиночными вертикальными заземлителями принимается $a = 1 \div 5$ м, глубина заложения заземлителей принимается $H_0 = 0,5 \div 0,8$ м.

3. Определить величину удельного сопротивления грунта $\rho_{гр}$ по табл. П.4.1.

4. Определить общее сопротивление одиночных заземлителей.

- для вертикальных заглублённых в грунте по формуле

$$R_{об} = \frac{\rho_{гр}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right), \text{ Ом} \quad (2)$$

где l , d и H – длина, диаметр и глубина заложения середины электрода от поверхности грунта, м, определяемая по формуле $H = H_0 + \frac{1}{2}l$, м.

- для горизонтальных полос, заглубленных в грунте, по формуле

$$R_{об} = \frac{\rho_{гр}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{b \cdot H_0}, \text{ Ом} \quad (3)$$

где l , b и H_0 - длина, ширина и глубина заложения полосы в грунте, м, показанные на рис. П.4.1.

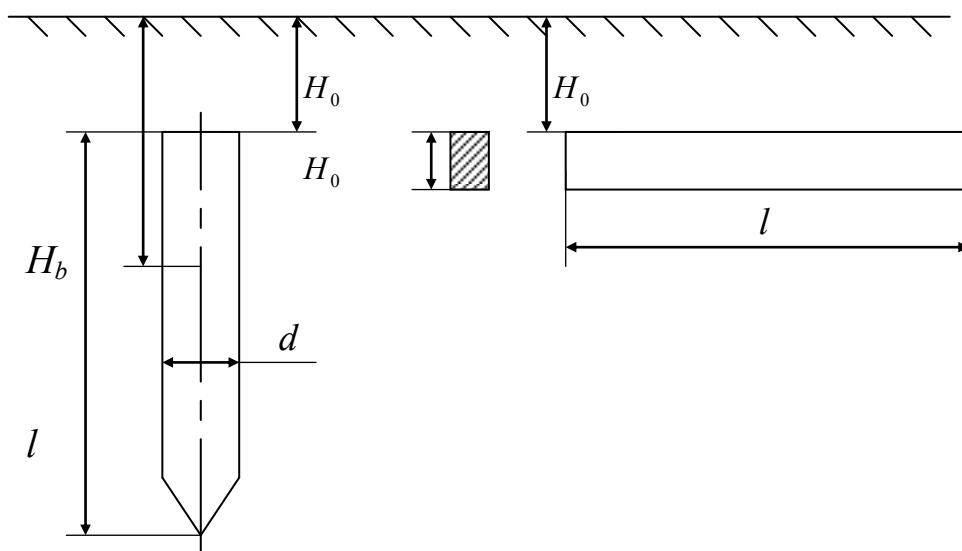


Рис. П. 4.1. Схема расположения электродов защитного заземления в грунте

Если общее сопротивление $R_{об}$ меньше или равно допустимому сопротивлению R_3 , то принимаем один заземлитель.

Если общее сопротивление $R_{об}$ больше допустимого сопротивления R_z , то необходимо принять несколько заземлителей.

5. Определить количество заземлителей по формуле

- для вертикальных заземлителей, заглубленных в грунте

$$n = \frac{R_{об}}{R \cdot \eta_B}, \text{ шт} \quad (4)$$

где η_B - коэффициент использования вертикальных заземлителей, определяемый из табл. П.4.2.

- для горизонтальных полосовых заземлителей, заглубленных в грунте

$$n = \frac{R_{об}}{R \cdot \eta_{\Gamma}}, \text{ шт} \quad (5)$$

где η_{Γ} - коэффициент использования уложенных полос, определяемый из табл. 3.

6. Определить сопротивление соединительной полосы заземлителей в грунте по формуле

$$R_{пол} = \frac{\rho}{2\pi l_{пол}} \ln \frac{2l_{пол}^2}{b \cdot H_0}, \text{ Ом} \quad (6)$$

Здесь $l_{пол}$, b и H_0 - см. формулу и рис. П.4.1. $l_{пол} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1)$ - при расположении заземлителей в ряд; a - расстояние между заземлителями, принимаемое по табл. П.4.2 и П.4.3; n - количество заземлителей, принимаемое из расчёта.

7. Определить полное сопротивление заземляющего устройства (заземлителей и соединительных полос) по формуле

$$R_{пол} = \frac{R_{об} \cdot R_{пол}}{R_{об} \cdot \eta_{пол} + R_{пол} \cdot \eta_{B,\Gamma} \cdot n}, \text{ Ом} \quad (7)$$

где $\eta_{пол}$ - коэффициент использования соединительной полосы, определяется по табл. П.4.4; $\eta_{B,\Gamma}$ - коэффициент использования заземлителей. При вертикальных заземлителях принимается из табл. П.4.2, при горизонтальных полосовых заземлителях - из табл. П.4.4.

Таблица П.4.1

Приближённые значения удельных электрических сопротивлений различных грунтов

Грунт, вода	Возможные пределы колебаний, Ом·м
1	2
Глина	8 – 70
Суглинок	40 - 150

Окончание табл. П 4.1

1	2
Песок	400 – 700
Супесок	150 – 400
Торф	10 – 20
Чернозём	9 – 63
Садовая земля	30 – 60
Каменистый	500 – 800
Скалистый	$10^4 - 10^7$

Таблица П.4.2

Коэффициенты использования η_B заземлителей из труб или уголков без учёта влияния полосы связи

Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	При размещении в ряд		При размещении по контуру	
	Число труб (уголков)	η_B	Число труб (уголков)	η_B
1	2	0,84-0,87	4	0,66-0,72
	3	0,76-0,8	6	0,58-0,65
	5	0,67-0,72	10	0,52-0,58
	10	0,56-0,62	20	0,44-0,5
	15	0,51-0,56	40	0,38-0,44
	20	0,47-0,5	60	0,36-0,42
2	2	0,9-0,52	4	0,76-0,8
	3	0,85-0,88	6	0,71-0,75
	5	0,79-0,83	10	0,66-0,71
	10	0,72-0,77	20	0,61-0,66
	15	0,66-0,73	40	0,55-0,61
	20	0,65-0,7	60	0,52-0,58
3	2	0,93-0,95	4	0,84-0,86
	3	0,9-0,92	6	0,78-0,82
	5	0,85-0,88	10	0,74-0,73
	10	0,79-0,83	20	0,68-0,73
	15	0,76-0,8	40	0,64-0,69
	20	0,74-0,79	60	0,62-0,67

Таблица П.4.3

Коэффициенты использования η_{Γ} параллельно уложенных полос

Длина каждой полосы, м	Число параллельных полос	Расстояние между параллельными полосами, м				
		1	2,5	5	10	15
1	2	3	4	5	6	7
15	2	0,56	0,65	0,75	0,80	0,85

Окончание табл. П 4.3

1	2	3	4	5	6	7
15	15	0,37	0,49	0,60	0,73	0,79
	10	0,25	0,37	0,49	0,64	0,72
25	2	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80
	15	0,35	0,45	0,50	0,66	0,73
	10	0,23	0,31	0,43	0,57	0,66
0,7550	2	0,45	0,55	0,65	0,70	0,75
	15	0,33	0,40	0,48	0,58	0,65
	10	0,20	0,27	0,35	0,46	0,53

Таблица П.4.4

Коэффициент использования $\eta_{\text{пол}}$ соединительной полосы заземлителей из труб или уголков

Отношение расстояния между зазем- лителями к их длине	Число труб или уголков					
	4	8	10	20	30	50
При расположении полосы в ряду труб или уголков						
1	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21
2	0,89	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49
При расположении полосы по контуру труб или уголков						
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,7	0,80	0,56	0,45	0,41	0,37

Если полученное значение полного сопротивления защитного заземления значительно меньше (в два и более раз) допустимого сопротивления $R_{\text{д}} \ll R$, необходимо уменьшить количество заземлителей, или изменить их размеры.

Пример расчета одиночных заземлителей

Исходные данные для расчета защитного заземления:

- 1) Грунт – суглинок;
- 2) Удельное сопротивление грунта $\rho_{\text{гр}}=150 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- 3) В качестве заземлителей предлагается использовать стальные трубы длиной 2м, диаметром 40мм, изготовленные из стали Ст. 3;

4) В качестве соединительной полосы предлагается использовать стальную шину сечением 40×4мм;

5) Глубина заложения вертикального заземлителя 0,9м.

Расположения вертикального заземлителя представлено на рис. 1.

Выполняем расчет сопротивления вертикальных электродов

$$R_{\text{тр}} = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right), \quad (8)$$

где $\rho = 150 \text{ Ом}$, – удельное сопротивление грунта; l и d – длина и наружный диаметр электрода защитного заземления, м; H – глубина расположения центр электрода, определяемая расчетом

$$H = H_0 + \frac{\ell_3}{2} \quad (9)$$

$$H = 0,9 + \frac{2}{2} = 1,9 \text{ м}$$

Таким образом:

$$R_{\text{тр}} = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,04} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,9 + 2}{4 \cdot 1,9 - 2} \right) = 58,5 \text{ Ом}. \quad (10)$$

Определяем необходимое количество электродов:

$$n = \frac{R_{\text{тр}}}{R_{\text{доп}}}, \quad (11)$$

где $R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$ – допускаемое сопротивление защитного заземления;

$$n = \frac{58,5}{4} = 14,6 \Rightarrow n = 15.$$

Расположение соединительной полосы представлено на рис. П.4.2.

Определяем сопротивление соединительной полосы между электродами, расположенными в ряд:

$$R_{\text{пол}} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l_{\text{пол}}^2}{b \cdot H_{\text{пол}}} \right), \quad (12)$$

где $l_{\text{пол}}$ – длина соединительной полосы, м, определяемая в зависимости от расположения заземлителей: $l_{\text{пол}} = 1,05 \cdot a \cdot (n-1)$, м, где a – расстояние между заземлителями, $l_{\text{пол}} = 1,05 \cdot 4 \cdot (15-1) = 58,8 \text{ м}$; b – ширина соединительной полосы; $H_{\text{пол}}$ – глубина залегания соединительной полосы.

$$R_{\text{пол}} = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 58,8} \left(\ln \frac{2 \cdot 58,8^2}{0,04 \cdot 0,9} \right) = 5,87 \text{ Ом}. \quad (13)$$

Определяем общее сопротивление защитного сопротивления:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{\text{пол}} \cdot R_{\text{тр}}}{R_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{пол}} + R_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot n} \text{ Ом.} \quad (14)$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{5,87 \cdot 58,5}{58,5 \cdot 0,72 + 5,87 \cdot 0,67 \cdot 15} = 3,39 \text{ Ом.}$$

Для устранения опасности поражения работника электрическим током рассчитано устройство, состоящее из 15 заземлителей длиной 2 м диаметром 40 мм, расположенных в ряд и соединенных полосой. При этом общее сопротивление составляет 3,39 Ом, что меньше допустимого (4 Ом).

П 4.2. Расчет защитного зануления

Защитным занулением называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухо-заземленной нейтралью трансформатора.

Защитное зануление электроустановок обязательно:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока;
- при номинальном напряжении выше 42 В и ниже 380 В переменного тока и выше 110 В и ниже 440 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и наружных установках.

Защитное зануление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате замыкания на корпус.

При замыкании на корпус создается цепь однофазного короткого замыкания, в результате чего срабатывает защита и электроустановка отключается от сети.

Цель расчета зануления – определить условия, при которых оно надежно и быстро отключает поврежденную электроустановку от сети. Согласно ПУЭ проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании фазы на корпус возникал ток короткого замыкания $I_{\text{кз}}$, превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкого элемента предохранителя или нерегулируемого расцепителя или тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя.

$$I_{\text{кз}} \geq 3I_{\text{ном. пл. вст.}} \quad (15)$$

Значение $I_{\text{ном. пл. вст.}}$ предохранителей для сетей напряжением 220 и 380 В приведены в табл. П.4.5, для автоматических выключателей – табл. П.4.6.

Номинальный ток плавкой вставки выбирают из условия:

$$I_{\text{ном. пл. вст.}} > I_{\text{ном.}}$$

($I_{\text{ном}}$ – номинальный ток электроустановки).

Величина тока однофазного короткого замыкания ($I_{\text{кз}}$) определяется по формуле:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\Pi} + \frac{Z_{\text{Т}}}{3}}, \quad (16)$$

где: U_{ϕ} – фазное напряжение, В; Z_{Π} – сопротивление петли “фаза - ноль”, Ом; $Z_{\text{Т}}$ – сопротивление обмоток трансформатора, Ом; $Z_{\Pi} = R_{\phi} + R_{\text{н}}$; R_{ϕ} – сопротивление фазного провода, Ом; $R_{\text{н}}$ – сопротивление нулевого провода, Ом

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (17)$$

где ρ – удельное сопротивление, Ом·мм²/м; ($\rho_{\text{меди}} = 0,018$ Ом·мм²/м, $\rho_{\text{алюминия}} = 0,028$ Ом·мм²/м); l – длина провода, м; S – сечение провода, мм²

Таблица П.4.5

Значение $I_{\text{ном}}$ для некоторых типов предохранителей

Тип предохранителя	$I_{\text{ном}}$, А
ПР – 2	6,10,15,20,25,35,45,60
НПН – 60	6,10,15,20,25,35,45,60
ПНТ – 10	4,6,10
ПН 2 – 100	30,40,50,60,80,100
ПН 2 – 250	80,100,120,150,200,250

Таблица П.4.6

Значение $I_{\text{ком}}$ для автоматических выключателей на напряжении 380 В

Тип выключателя	$I_{\text{ном}}$, А
АП 50 – 3 ТМ (3 - фазный)	1,6;2,5;4;6,4;10;16;25;40;50
АП 50 – 2 ТМ (1 - фазный)	1,6;2,5;4;6,4;10;16;25;40;50
А 3161 (1 - фазный)	15,20,25,30,40,50
А3163 (3 - фазный)	15,20,25,30,40,50

Таблица П.4.7

Значение полных сопротивлений ($Z_{\text{Т}}$) обмоток масляных трансформаторов

Мощность трансформатора, кВА	$Z_{\text{Т}}$, Ом, при схеме соединения обмоток	
	$Y/Y_{\text{н}}$	$\Delta/Y_{\text{н}}$
1	2	3
25	3,110	0,906
40	1,949	0,562
63	1,237	0,360

Окончание табл. П 4.3

1	2	3
100	0,799	0,226
160	0,487	0,141
250	0,312	0,090
400	0,195	0,056
630	0,129	0,042
1000	0,081	0,027
1600	0,054	0,017

Расчет произведем, согласно формулы 15: $I_{кз} \geq 3I_{пл.вст.}$, где $I_{пл.вст.}$ - ток плавких вставок предохранителя или автоматического выключения QF; $I_{пл.вст.} = 1,2I_{ном}$ (А) – при отсутствии пусковых токов.

Таблица П.4.8

Значение полных сопротивлений (Z_T) обмоток сухих трансформаторов

Мощность трансформатора, кВА	Схема соединения обмоток	Z_T , Ом
160	Δ/Y_H	0,165
180	Y/Y_H	0,453
250	Δ/Y_H	0,106
320	Y/Y_H	0,254
400	Δ/Y_H	0,066
560	Y/Y_H	0,130
630	Δ/Y_H	0,042
750	Y/Y_H	0,109
1000	Δ/Y_H	0,027

Номинальный ток электроустановки рассчитывается по формуле 18

$$I_{ном} = \frac{P}{\sqrt{3}U_L \cos\varphi \cdot \eta_m}, \quad (18)$$

где U_L - линейное напряжение ($U_L = 380$ (В)); $\cos\varphi = \frac{P}{S} = 0,9$ - коэффициент мощности трансформатора; $\eta_m = 0.8 - 0.92$ КПД механическое на трение.

$$I_{ном} = \frac{75 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 126,76 \text{ А} \quad (19)$$

$$I_{пл.вст.} = 1,2 \times 126,76 = 152,114 \text{ А} \quad (20)$$

$$I_{кз} = \frac{U_\phi}{Z_{L,PE} + \frac{Z_{тр}}{3}} \quad (21)$$

где $Z_{L,PE} = R_L + R_{PE}$ - полное сопротивление.

Тогда

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{R_{L,PE}^2 + \left(\frac{Z_{\text{тр}}}{3}\right)^2}}. \quad (22)$$

$$R_{L,PE} = \frac{\rho \cdot \ell}{S} \quad (23)$$

$\rho = 0,018 \left(\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \right)$ - удельное сопротивление меди; $\ell = L + PE$ - длина проводника; $\ell = 100\text{м}$; S (мм²) – сечение L , PE ; $S=6 \text{ мм}^2$; $Z_{\text{тр}}$ (Ом)- общее сопротивление сухого трансформатора; $Z_{\text{тр}} = 0,08 \text{ Ом}$

$$R_{L,PE} = 0,018 \left(\frac{100}{6} \right) = 0,3 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{кз}} = \frac{220}{0,3+0,08/3} = 673,48 \text{ А.}$$

Условие выполняется $673,48 > 3 \cdot 126,76$, электротермическая установка отключится от сети за время $\tau = 0,05\text{с}$.

Применяется предохранитель ПН-2-250/160 с неразборной плавкой вставкой предназначенный для защиты силовых и вспомогательных цепей электроустановок, электрических сетей переменного и постоянного тока при перегрузках и коротких замыканиях.

Расшифровка наименования предохранителя: П – предохранитель; Н – насыпной; 2 – номер серии; 250 – номинальный ток предохранителя 250 А (ток плавкой вставки от 80 до 250 А).

Расчет общего искусственного освещения

Исходные данные:

Цех, участок – участок сварки;

Размеры помещения: А – длина помещения 12 м; В – ширина помещения – 6 м; Н – высота помещения – 5 м.

Расчет искусственного освещения выполняем по методу коэффициента использования светового потока. Для создания искусственного освещения в рабочем помещении, как в помещении с наличием пыли, использованы светильники ЛСП 22 2х65-001 с люминесцентными лампами (группа светильника 1). Каждый светильник состоит из двух ламп мощностью 65 Вт. Световой поток, создаваемый одной такой лампой, составляет (табл. 5.18) $F_{\text{л}} = 4650$ Лм, световая отдача – $Co = 58$ Лм/Вт. Светильник ЛСП 22 2х65-001 – встраиваемый светильник для внутреннего освещения. Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками. Применяется для общего освещения пыльных и влажных производственных зданий.

Данные для расчета:

$$E_{\text{н}} = 200 \text{ лк};$$

$$K_3 = 1,8 \text{ (стр. 145)};$$

$$S = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м}^2,$$

$$z = 1,10$$

$$n = 2$$

$$F_{\text{л}} = 4650 \text{ лм для лампы ЛД-65};$$

η - коэффициент использования, от. ед. $\eta = 0,42$ (табл. 5.17) с учетом коэффициентов отражения потолка, стен и пола соответственно 50:30:10.

Высота подвеса светильников (ф-ла 10 стр. 145):

$$H_{\text{р}} = H - H_{\text{рм}} - H_{\text{свеса}} - H_{\text{свет}} = 5 - 0,8 - 0,4 - 0,254 = 3,546 \text{ м}$$

Индекс помещения (формула 10):

$$i = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} \cdot (A + B)} = \frac{12 \cdot 6}{3,546(12 + 6)} = 1.12$$

Количество светильников:

$$N = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot z \cdot K_3}{n \cdot F_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 72 \cdot 1,1 \cdot 1,8}{2 \cdot 4650 \cdot 0,42} = 7,29$$

Таким образом, для искусственного освещения в рабочем помещении с размерами 12х6 м достаточной является система из 7 светильников ЛСП 22 2х65-001. Поскольку для равномерного освещения необходимо

четное число светильников, определяем возможность применения системы из 8 светильников (два светильника в ряду, 4 ряда светильников). Подсчитаем отклонение от нормируемого значения освещенности:

$$E_{\phi} = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}{S \cdot k \cdot z} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 4650 \cdot 0,42}{72 \cdot 1,8 \cdot 1,1} = 219.$$

Подсчитаем отклонение освещенности (допустимое отклонение в большую сторону 20%, в меньшую 10%).

$$\Delta \mathcal{E}_E = \frac{|E_{\text{н}} - E_{\phi}|}{E_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{|200 - 219|}{200} 100 = 9,5\%, \text{ что является в пределах допустимого.}$$

Электрическая мощность всей осветительной системы:

$$P = Nn P_{\text{л}} = 8 \cdot 2 \cdot 65 = 1040 \text{ Вт или } 1,04 \text{ кВт}$$

Для равномерного освещения помещения сварочного участка площадью 72 м² рассчитана система общего искусственного освещения, состоящая из 8 светильников типа ЛСП 22 2х65-001, размещенных в 2 ряда по 4 светильника в ряду.

Расчет естественного освещения

Расчёт площади световых проёмов состоит в определении отношения площади световых проёмов к площади пола помещения в %, при котором обеспечивается нормированное значение КЕО. Расчет производится по формуле (12) при боковом освещении помещения и (13) при верхнем освещении.

Исходные данные:

Цех, участок – участок сварки;

Размеры помещения: L – длина помещения 12 м; B – ширина помещения – 6 м; H – высота помещения – 5 м. Количество окон – 4, площадь каждого окна 5 м².

Система освещения – боковая односторонняя.

Разряд зрительных работ – УП (табл. 5.13);

Группа административного района по ресурсам светового климата -1 (для Нижегородской области).

Тип помещения по степени загрязнения воздушной среды – производственное помещение.

Светопропускающий материал – стекло оконное.

Конструкция переплётов – переплёты стальные двойные, вертикально расположенные.

Глубина помещения (ширина помещения B или длина стены помещения, расположенной перпендикулярно стене с окнами) $G = 6$ м.

Расстояние от наружной стены до расчётной точки (глубина помещения минус 1 м): $L_1 = 6 - 1 = 5$ м.

Характер отражающей поверхности: побелённый потолок, окрашенные стены, темный пол.

Табличные данные:

- Нормированное значение КЕО = 1 (см раздел 5.2.5).
- Коэффициент запаса $K_3 = 1,5$.
- Световая характеристика окна (табл. 5.19) $\eta_0 = 9,7$. Значение коэффициента было выбрано при расчете отношения длины помещения к его глубине $\frac{L}{G} = \frac{12}{6} = 2$ и отношении глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна $(H_1) \cdot \frac{G}{H_1} = \frac{6}{2,7} = 2,22$.

Верх окна находится на высоте 3,5 м от пола (фактические данные по планировке помещения), уровень условной рабочей поверхности = 0,8 м).

- Коэффициент затенённости противостоящими зданиями (табл. 5.23) $K_{зд} = 1$. Принят для отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна 3 и более.
- Коэффициенты светопропускания (табл. 5.20-5.22, 5.24).
 $\tau_1; \tau_2; \tau_3; \tau_4$ соответственно 0,9; 0,6; 0,8; 0,8.
- Коэффициенты отражения потолка (ρ_1), стен (ρ_2), пола (ρ_3) – 50%; 30%; 10%.
- Значения коэффициента r_l зависят от средневзвешенного коэффициента отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен и пола, определяемого по формуле:

$$\rho_{ср} = (\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3) / (S_1 + S_2 + S_3),$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 – коэффициенты отражения потолка, стен и пола (табл. 5.17); S_1, S_2, S_3 – площади поверхности потолка, стен (без окон), пола.

Рассчитываем средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен, пола:

$$\rho_{ср} = (50 \cdot 72 + 30 \cdot 180 + 10 \cdot 72) / (50 + 180 + 50) = 34,71\%$$

Зная $\rho_{ср}$ и учитывая отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна равному 2,22, отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения равному $\frac{5}{6} = 0,83$, отношение длины помещения к его глубине равной 2 находим по табл. 5.26 значение коэффициента $r_l = 1,5$.

$$e_n = 1 \%$$

$$\tau_0 = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,3456$$

Значения всех найденных коэффициентов подставляем в формулу для расчета бокового освещения

$$100 \frac{S_0}{72} = \frac{1 \cdot 1,4 \cdot 9,7}{0,3456 \cdot 1,5} \cdot 1$$

$$S_0 = 18,86 \text{ м}^2.$$

Требуемая площадь световых проемов для достижения нормируемого значения КЕО = 18,86 м².

Вывод. Реальная площадь оконных проемов равна 4·5=20 м², что больше требуемой.

Расчёт площади световых проёмов при верхнем освещении выполняется аналогично.

Расчет воздухообмена для удаления вредных веществ

1. Для удаления вредных газообразных выделений, образующихся при сварке на стационарных постах, могут быть применены панели равномерного всасывания. Объем воздуха, L , м³/ч, отсасываемый местной вытяжной вентиляцией определяется по формуле:

$$L = a \cdot b \cdot V \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где a и b – размеры панели, м; V – скорость отсасываемого воздуха в плоскости сечения по кромке зонта, м/с (3-4 в живом сечении).

$$L = 0,5 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 3600 = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2. Количество воздуха, удаляемого с помощью местных щелевых отсосов необходимо определять по формуле:

$$L = K \sqrt[3]{A},$$

где $K=12$ для одинарных щелевых отсосов и $K=16$ для нескольких щелевых отсосов, A – сила тока, поставляемого сварочным аппаратом.

$$L = 12 \sqrt[3]{300} = 80,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. При одновременном выделении в помещение нескольких вредных веществ, обладающих эффектом суммации действия, воздухообмен следует определять, суммируя расходы воздуха, рассчитанные по каждому из этих веществ.

Например, при сварке чугуна проволокой ХИ9П9Ф203 количество вредных веществ, выделяющихся в воздух (в граммах на 1 кг расходуемого материала) составляет (приложение П.1.):

Сварочный аэрозоль -7,0.

Окись марганца -0,42.

Хромовый ангидрид -0,03.

Расчет воздухообмена на участке производится по формуле:

$$L = \sum (k_i \cdot m_i \cdot b_i)$$

где k_i – удельный воздухообмен для i -того вида сварки,

k_i – 100000 м³/кг сварочного материала для хромового ангидрида, 3500 – для окиси марганца, 500 – для сварочного аэрозоля.

m – количество сварочного материала (принимаем 1 кг);

b_i – количество постов (принимаем 2).

$$L = \sum (k_i \cdot m_i \cdot b_i) = (100000 \cdot 0,03 \cdot 2) + (3500 \cdot 0,42 \cdot 2) + (500 \cdot 7 \cdot 2) = 6000 + 2940 + 7000 = 15940 \text{ м}^3/\text{ч}.$$