

М. И. Чеботарёв, В. Л. Лихачёв,
Б. Ф. Тарасенко

СВАРОЧНОЕ ДЕЛО

Дуговая сварка



«Инфра-Инженерия»

УДК 621.791(075.8)
ББК 34.6
Ч-34

Р е ц е н з е н т ы:

В. П. Артемьев — зав. кафедрой материаловедения и автосервиса, д-р техн. наук, профессор (Кубанский государственный технологический университет);

Е. И. Винеvский — зав. лабораторией машинных агропромышленных технологий, д-р техн. наук, профессор (ФГБНУ ВНИИТТИ, г. Краснодар)

Чеботарёв, М. И.

Ч-34 Сварочное дело: дуговая сварка : учебное пособие / М. И. Чеботарёв, В. Л. Лихачёв, Б. Ф. Тарасенко. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 240 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0396-2

Представлены общие сведения об организации сварочных работ, свариваемости различных металлов, типах сварных швов. Подробно рассмотрена электродуговая сварка, описаны источники питания сварочной дуги и электроды для ручной электродуговой сварки и наплавки. Уделено внимание вопросам безопасности и контроля качества работ.

Для подготовки студентов и аспирантов технических специальностей.

УДК 621.791(075.8)
ББК 34.6

Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Организация сварочных работ

Организация сварочных работ предусматривает специализацию и высокую организацию рабочих мест, благоприятные условия труда, хорошее обслуживание рабочих мест, эффективную организацию трудовых процессов, высокий уровень нормирования труда, своевременную аттестацию сварщиков.

Повышению производительности труда на сварочных работах в ремонтных мастерских АПК способствуют следующие основные факторы: лучшая организация рабочего времени и сокращение непроизводительных затрат; механизация сварочных работ; повышение квалификации сварщиков; повышение квалификации инженерно-технических работников.

Лучшее использование рабочего времени и сокращение непроизводительных затрат достигается при научной организации труда и внедрении прогрессивных форм организации сварочных работ. Здесь заложены большие резервы роста производительности труда, повышения качества и снижения стоимости работ. Научная организация труда предусматривает получение максимальных результатов при наименьших затратах материальных и трудовых резервов и предполагает, в частности, уплотнение рабочей смены, совершенствование организации и обслуживания рабочих мест, рационализацию приемов и методов труда, совершенствование форм стимулирования труда, развитие творческой инициативы, повышение культурно-технического уровня сварщиков.

Важным источником роста производительности труда является ликвидация потерь рабочего времени в течение дня.

При ремонте сельскохозяйственной техники в поле, в отличие от ремонтной мастерской, отсутствие стационарного рабочего места значительно усложняет работу сварщиков. При организации трудового процесса необходимо предусматривать, чтобы каждый сварщик, выполняя соответствующую его разряду работу, был загружен ею полностью и регулярно в течение всего рабочего дня.

Рабочие места должны предусматривать полную безопасность работающих и необходимые санитарно-гигиенические условия труда. С одного рабочего места на другое рабочие должны переходить как можно реже. Планировка рабочего места должна обеспечивать удобное положение сварщика во время работы. На рабочем месте должны быть размещены необходимые приспособления,

инструменты, материалы таким образом, чтобы не вызывать лишних движений сварщика и обеспечивать свободное выполнение приемов сварки. Освещенность рабочих мест должна соответствовать действующим нормам.

При организации сварочных работ в полевых условиях, большое внимание следует уделить использованию сварочного оборудования, срока его службы и мобильности. Этим требованиям удовлетворяют передвижные установки, смонтированные на закрытых одноосных или двухосных автомобильных прицепах, при использовании которых обеспечивается мобильность переброски оборудования с одного объекта на другой, а постоянная защита от влияния окружающей среды и стационарность установки на прицепе позволяют удлинить срок службы оборудования.

Организация рабочих мест сварщиков должна предусматривать обеспечение и правильную расстановку приспособлений, сварочного и вспомогательного оборудования. Сварщики должны быть обеспечены исправным инвентарем и инструментом. Сварку конструкций, так же как и сборку, как правило, следует производить на подставках высотой 600–650 мм с ровной рабочей поверхностью.

Сварочные трансформаторы необходимо устанавливать на металлической площадке высотой 100 мм, шириной 800 мм. Ширина площадки определяется количеством трансформаторов, устанавливаемых на ней. Трансформаторы устанавливаются открыто без ограждений, что обеспечивает свободный доступ для регулирования силы тока, их ревизии и ремонта. Сварочные преобразователи устанавливают на полу вдоль стен мастерской.

Для сварки высоких конструкций на рабочем месте должны использоваться инвентарные лестницы из алюминиевых сплавов. Инструмент и принадлежности должны храниться в шкафах, которые устанавливаются у стен.

Для создания благоприятных условий труда сварщиков необходимо обеспечить постоянную работу приточно-вытяжной вентиляции с целью уменьшения загазованности воздушной среды.

При сварке внутри замкнутых конструкций необходимо обеспечить индивидуальную вентиляцию, освещение переносными лампами с напряжением не более 12 В, выполнение сварочных работ в диэлектрических галошах и на резиновом коврике. Электросварочное оборудование, стеллажи и свариваемые конструкции должны быть надежно заземлены.

При выполнении сварочных работ в одном помещении с другими работами должны быть приняты меры, исключающие возможность воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих. При выполнении сварки на разных уровнях по вертикали должна быть предусмотрена защита персонала, работающего на ниже расположенных уровнях, от случайного падения предметов, огарков электродов, брызг металла и т. п.

При сварке изделий с подогревом рабочее место должно быть специально оборудовано экранами, укрытиями для подогретого изделия или панелями радиационного охлаждения, обеспечивающими снижение облучения сварщика в соответствии с требованиями санитарных норм микроклимата производственных помещений.

При выполнении работ в сборочно-сварочных цехах в холодный период года заготовки и изделия, подлежащие сварке, должны подаваться в цех заранее, чтобы к началу сварки их температура была не ниже температуры воздуха в цехе.

1.2. Рабочее место сварщика. Сварочное оборудование

Рабочим местом сварщика называется закрепленный за рабочим или бригадой рабочих участок производственной площади, который оснащен оборудованием и инструментом в соответствии с требованиями технологического процесса, в данном случае сварки, а также требованиями техники безопасности (рисунок 1.1).

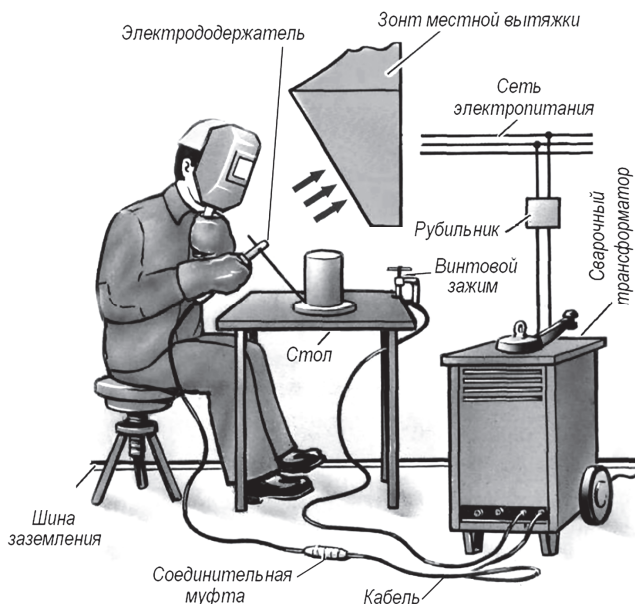


Рисунок 1.1. Рабочее место сварщика ручной дуговой сварки

Места проведения сварочных работ разделяют на постоянные и временные. *Постоянные (стационарные) места* предназначены для работ, которые выполняются в *специально оборудованных цехах*, мастерских и т. д.

Временные рабочие места сварщика применяют для работ, которые выполняются непосредственно на оборудовании или установках, которые невозможно переместить к сварочному посту. Такие места должны быть отгорожены огнестойкими ширмами, щитами и обеспечены средствами первичного пожаротушения и огнетушителями. Кроме огнетушителя рабочее место сварщика оборудуется ящиком с песком, ведром и другими средствами пожаротушения.

В зависимости от типа и габаритов свариваемой конструкции, организации сварочного участка и т. п. постоянные рабочие места сварщиков могут быть *стационарными* или *нестационарными*.

На стационарных рабочих местах свариваемые изделия, как правило, небольших габаритов и масс, подаются и убираются с рабочего места подсобными рабочими, а сварщик при выполнении сварки находится в ограниченном кабиной рабочем месте.

На нестационарных рабочих местах изделие при сварке неподвижно, а сварщик перемещается от шва к шву по изделию, или перемещается от изделия к изделию. В этом случае, как правило, свариваются крупногабаритные и тяжелые изделия.

В зависимости от типа рабочего места сварщика определяется и его организация, а также оснащенность его оборудованием и инструментом. Рабочие места сварщиков комплектуются:

- стационарные рабочие места: сварочным оборудованием, устройствами для сварки и инструментом; приспособлениями для подачи и уборки деталей; приспособлениями для крепления или размещения деталей при сварке; устройствами для вентиляции, как правило, стационарными; кабиной сварщика;
- нестационарные рабочие места; сварочным оборудованием, устройствами для сварки, инструментом; приспособлениями для крепления или размещения узлов или изделий при сварке; устройствами (переносными) для защиты зоны сварки от излучения дуги.

От правильной организации рабочего места сварщика, оснащенности его необходимым оборудованием, инструментом и приспособлениями, правильного размещения этого оборудования на рабочем месте зависит и эффективность его труда и производительность.

Основными элементами организации труда сварщиков на рабочих местах, от которых зависит наивысшая производительность труда и высокое качество, являются следующие:

- своевременность получения задания;
- наличие соответствующего оборудования – поддержание его в работоспособном состоянии и правильное его размещение;
- своевременность доставки на рабочие места материалов, заготовок, деталей и др.;
- высокая надежность оборудования и высокое качество материалов;
- действенный контроль качества сварных соединений;
- поддержание на рабочем месте надлежащего порядка.

К оборудованию рабочего места сварщика дуговой сварки относятся: щиты и кабины для защиты окружающих от лучей сварочной дуги; рабочий стол; приспособления для защиты сварщика от лучей сварочной дуги и брызг расплавленного металла, инструменты; сборочно-сварочные приспособления.

Щиты. Рабочее место электросварщика ограждается щитами из огнестойкого, прочного и токонепроводящего материала. Обычно щиты представляют каркас, обшитый фанерой, которая покрыта огнестойким матовым составом, не отражающим лучи электрической дуги. Высота щита около 2 м.

Сварочные кабины. Работы электросварщик должен производить в кабинах размером 2 × 2,5 м с открытым верхом и высотой стенок кабины не менее 2 м, зазором между полом и стенками кабины не менее 50 мм, при сварке с использованием защитных газов – не менее 300 мм. Этот зазор должен быть огражден сеткой из негорючего материала с размером ячеек не более 1 × 1 мм.

Каркас кабины может быть сделать из металла, а стены – из различных огнестойких материалов.

Дверной проем в кабине закрывают брезентовой шторкой на кольцах, пропитанным огнестойким составом, например раствором алюмокалиевых квасцов. Пол в кабине должен быть из огнестойкого материала (кирпич, бетон, цемент).

Стенки окрашивают в светло-серый цвет красками, хорошо поглощающими ультрафиолетовые лучи (цинковые или титановые белила, желтый крон). Освещенность кабины должна быть не менее 80–100 лк. Кабину оборудуют местной вентиляцией с воздухообменом 40 м³/ч на каждого рабочего. Вентиляционный отсос должен располагаться так, чтобы газы, выделяющиеся при сварке, проходили мимо сварщика.

В кабине устанавливают источник сварочного тока, металлический стол с решеткой и вытяжным зонтом, стул с подъемным винтовым сидением, стеллажи для сварочной проволоки, электродов и других необходимых инструментов и материалов. Если сварка выполняется в среде защитного газа, то должно быть предусмотрено место для баллонов.

Рабочий стол сварщика. Для сварки небольших по размерам и массе изделий целесообразно пользоваться рабочим столом. Сварочный стол является основным рабочим местом сварщика. Столы бывают неповоротными, поворотными (рисунок 1.2) и подъемно-поворотными. Столы могут быть оборудованы устройствами для отсоса вредных газов и аэрозолей, образующихся при сварке, встроенным вентилятором (рисунок 1.3). Высота стола – 0,5–0,6 м для работы сидя и около 0,9 м для работы стоя. Крышка стола площадью 1,0 м² изготавливается из листовой стали толщиной 15–20 мм или, лучше, из чугуна толщиной около 25 мм (чугунная крышка стола не коробится от нагревания).



Рисунок 1.2. Сварочный стол ССВП-2 с поворотной плитой

К нижней части крышки или к ножке стола приваривается стальной болт диаметром около 20 мм для крепления токоподводящего кабеля. В столе имеется карман для хранения электродов и два ящика, из которых один предназначен для хранения инструмента, а другой – для хранения документации.

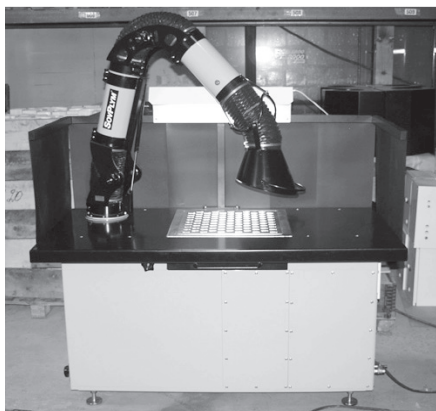
Приспособления для защиты сварщика от лучей сварочной дуги и брызг расплавленного металла. Для выполнения сварки сварщик обеспечивается специальной одеждой, приспособлениями, инструментом и другими принадлежностями:

- электросварщики ручной дуговой сварки и газосварщики – костюмом брезентовым или кожаным, щитком защитным (маской) или защитными очками при газосварке, ботинками кожаными, рукавицами брезентовыми (крагами);
- электросварщики полуавтоматической и автоматической сварки – костюмом хлопчатобумажным, галошами диэлектрическими, очками защитными, рукавицами брезентовыми, перчатками.

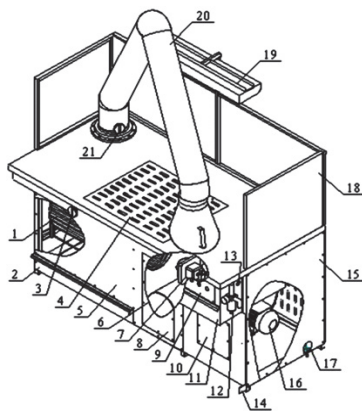
Несмотря на разнообразие форм костюмов сварщика, все они подчиняются единым требованиям, установленным на основании условий выполнения сварочных работ. Одежда сварщиков должна быть без манжет. Брюки заправлены поверх ботинок, чтобы в них не попадали брызги расплавленного металла. Опыт показывает, что куртка и брюки удобнее, чем комбинезон. Для лучшей защиты ног применяют дополнительные кожаные защитные чехлы.

Для защиты головы сварщика от попадания брызг во время сварки используется головной убор. Для защиты рук от брызг и теплового излучения – брезентовые или кожаные рукавицы.

Для защиты лица сварщика от воздействия лучей сварочной дуги и брызг расплавленного металла применяют щитки, шлемы (маски). Щитки и шлемы изготавливаются из фибры или специально обработанной фанеры. Масса их не должна превышать 0,6 кг. В щиток или маску вставляются светофильтры. Снаружи светофильтр должен быть защищен от брызг прозрачным стеклом, которое обычно сменяют 3–4 раза в месяц.



а



б

Рисунок 1.3. Стол сварщика УВП-СТ-ССВ-ФК-1200:

а – общий вид; *б* – устройство стола; 1 – фильтрующий элемент (картридж); 2 – накопитель отходов фильтровальной камеры; 3 – привод регулирующей заслонки колосниковой решетки; 4 – колосниковая решетка; 5, 15 – съемная панель; 6 – ресивер; 7 – электропневмоклапан; 8, 10 – сервисный люк; 9 – блок управления; 11 – инструментальный ящик. 12 – фильтр влагомаслоотделитель с регулятором давления; 13 – сальник ввода питающего провода; 14 – клемма; 16 – вентилятор; 17 – зажим защитного заземления; 18 – защитный экран. 19 – светильник; 20 – поворотнo-вытяжное устройство (ПВУ); 21 – привод регулирующей заслонки ПВУ

Рабочее место сварщика, предназначенное для газопламенной обработки металлов, несколько отличается от рабочего места электросварщика. Вместо источника питания сварочной дуги используется ацетиленовый генератор или баллон с соответствующим газом. Вместо электрододержателя применяется газовый резак или горелка. Для соблюдения мер противопожарной безопасности на рабочем месте обязательно должна быть емкость с водой и песок.

Вместо защитного щитка сварщик использует защитные очки. Рабочее место сварщика оборудуется так, чтобы между ацетиленовым аппаратом

и открытым пламенем газовой горелки было расстояние не менее 5 м. Лучше всего, если ацетиленовый аппарат размещен вне помещения под хорошо вентилируемым навесом. Если же есть необходимость установки ацетиленового аппарата в помещении, то должна предусматриваться эффективная вентиляция.

Минимальная площадь рабочего места газосварщика (без учета имеющегося оборудования) должна составлять 4 м², при этом ширина проходов должна быть не менее 1 м. Если питание ацетиленом из газопроводов производится в централизованном порядке, то для удобства контроля водяной предохранительный затвор должен находиться в непосредственной близости от сварщика. Кислородный вентиль или редуктор должен располагаться на близком и удобном месте.

Сварочный стол должен быть футерован шамотным кирпичом, иметь круг для поворота обрабатываемой детали, с правой стороны стола должна устанавливаться стойка с крючком для подвешивания погашенной горелки (резака) при перерывах в работе. Кроме того, на рабочем месте нужно иметь ящик для хранения выправленной порубленной на куски нужной длины сварочной проволоки; емкость с водой для охлаждения горелки.

Рабочий инструмент сварщика должен комплектоваться с учетом специфики работы. Для зачистки кромок перед сваркой и удаления с поверхности швов остатков шлака применяют стальные щетки – ручные или с электроприводом. Остывший шлак с поверхности шва удаляют молотком-шлакоотделителем.

Для подсоединения «массы» к заготовке служат винтовые или пружинные зажимы, в которые токопроводящий провод впаивают высокотемпературным припоем или закрепляют механически.

Для клеймения швов, вырубки дефектных мест, удаления брызг и шлака применяют соответственно клейма, зубила и молотки. Сборочные операции перед сваркой выполняют с помощью шаблонов, отвесов, линеек, угольников, чертилок и специальных приспособлений. Сварщик, работающий с неплавящимся электродом, должен иметь набор заточенных вольфрамовых электродов, комплект гаечных ключей, пассатижи или кусачки. На стационарном рабочем месте инструмент должен храниться в специальном ящике.

Для хранения электродов при сварке в полевых условиях применяют кожаные сумки длиной 300 мм, подвешиваемые к поясу сварщика. В цеховых условиях для этой цели используют стаканы, изготовленные из отрезка трубы диаметром 50–75 мм, длиной 300 мм, с приваренным донышком-подставкой.

Отработанные материалы (огарки электродов, шлаковая корка, технологические образцы, отходы обезжиривания и др.) должны собираться в металлические емкости и, по мере накопления, вывозиться с участков в отведенные на территории предприятия места для сбора и утилизации.

? Контрольные вопросы

1. Что включает в себя сварочное производство в условиях АПК?
2. Как правильно организовать рабочее место сварщика?
3. Назовите оборудование, входящее в рабочее место сварщика?
4. Что входит в рабочий инструмент сварщика?
5. Как правильно организовать защиту сварщика от лучей сварочной дуги и брызг расплавленного металла.

1.3. Безопасность труда при выполнении сварочных работ

Сварка металлов может сопровождаться наличием ряда вредных и опасных производственных факторов, к числу которых относятся:

- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенная яркость света;
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- искры, брызги и выбросы расплавленного металла;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- взрывоопасность;
- системы находящиеся под давлением;
- высотное расположение объектов сварки.

Сварка металлов должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003-86 «Работы электросварочные. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.008-75 «Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий. Требования безопасности», ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования», ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности», санитарными правилами при сварке, наплавке и резке металлов, утвержденными Министерством здравоохранения, правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства.

Концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны при выполнении различных видов сварки не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), регламентированных ГОСТ 12.1.005-88 и перечнями ПДК, утвержденными Минздравом. Проверка состояния воздушной среды осуществ-

ляется путем определения концентраций вредных веществ в зоне дыхания (под щитком) работающего, а также в воздухе производственных помещений.

Уровни опасных и вредных производственных факторов в рабочей зоне не должны превышать установленных значений:

- уровень шума – по ГОСТ 12.1.003-83 и санитарным нормам, утвержденным Минздравом;
- уровни локальной и общей вибрации – по ГОСТ 12.1.012-90 и санитарным правилам, утвержденным Минздравом.

Электрические поля токов промышленной частоты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.002-84; магнитные поля – предельно допустимым уровням магнитных полей частотой 50 Гц, утвержденных Минздравом; предельно допустимые уровни напряжений и токов – по ГОСТ 12.1.038-82; защитное заземление и зануление – по ГОСТ 12.1.030-81; электромагнитные поля радиочастот – по ГОСТ 12.1.006-84; уровни ионизирующего излучения не должны превышать норм, радиационной безопасности утвержденных Минздравом.

Реальные условия труда при сварке и родственных технологиях сопровождаются комплексом опасных и вредных производственных факторов (таблица 1.1).

Таблица 1.1. Наличие опасных и вредных факторов при выполнении сварочных работ

Опасные и вредные производственные факторы в зоне пребывания рабочего	Виды сварки и наплавки								
	Ручная дуговая		Дуговая под флюсом		Дуговая в защитных газах				
	без подогрева	с подогревом изделия или многопроходная	автоматическая	автоматическая с подогревом или многопроходная	Неплавящимся электродом		Плавящимся электродом		
					без подогрева	с подогревом	полуавтоматическая или многопроходная	полуавтоматическая с подогревом	автоматическая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Физические факторы									
Движущиеся машины и механизмы, передвигающиеся изделия, заготовки и материалы	–	–	+	+	–	–	+	+	+

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	+	+	–	+	+	+	+	+	–
Повышенная температура воздуха рабочей зоны	–	+	–	+	+	+	+	+	+
Повышенный уровень шума на рабочем месте	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	–	–	+	+	+	+	–
Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Повышенная яркость света	+	+	–	–	+	+	+	+	+
Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации	+	+	–	–	+	+	+	+	+
Повышенный уровень инфракрасной радиации	–	+	–	+	+	+	+	+	+
Химические факторы (сварочные аэрозоли)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Психофизиологические факторы									
Физические перегрузки	–	+	–	–	+	+	+	+	–
Нервно-психические перегрузки	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Условные обозначения: (+) наличие фактора; (–) отсутствие фактора

Наиболее характерным вредным фактором практически для всех способов дуговой сварки, является образование и поступление в воздух рабочей зоны сварочных аэрозолей, содержащих токсические вещества. Длительное воздействие на организм сварщиков этих аэрозолей может привести к возникновению таких профессиональных заболеваний, как пневмокониоз, пылевой бронхит, интоксикации металлами и газами и др.

Дуговая сварка, за исключением сварки под флюсом, сопровождается оптическим излучением в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах, многократно превышающем физиологически переносимую глазом человека

величину. Интенсивность оптического излучения сварочной дуги и его спектральные характеристики зависят от мощности дуги, способа сварки, вида сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов. При отсутствии средств индивидуальной защиты возможны поражения органов зрения (электрофтальмия, конъюнктивит, катаракта) и кожных покровов (ожоги и т. п.).

Интенсивность инфракрасного (теплого) излучения от свариваемых изделий и сварочной ванны определяется температурой изделий, их габаритами и конструкцией, а также температурой и размерами сварочной ванны. При отсутствии средств индивидуальной защиты воздействие теплового излучения в интенсивностях, превышающих допустимые уровни, может привести к нарушениям терморегуляции, тепловому удару. Контакт с нагретым металлом может вызвать ожоги.

Напряженность электромагнитных полей при дуговой сварке зависит от конструкции и мощности сварочного оборудования, конфигурации свариваемых изделий. Характер их влияния на организм определяется уровнем и длительностью воздействия. Как правило, для ручной дуговой сварки напряженность магнитного поля незначительна (до 300 А/м), при полуавтоматической и автоматической сварке изделий большой толщины она достигает более значительных величин, однако не превышает предельно допустимых уровней.

Шум на рабочих местах при дуговой сварке является фактором умеренной интенсивности. Источники шума – сварочная дуга и источники питания. Уровень шума от сварочной дуги определяется стабильностью ее горения. Поэтому при сварке покрытыми электродами и другими сварочными материалами, в составе которых присутствуют элементы – стабилизаторы дуги, уровень шума не превышает допустимых уровней звукового давления. При сварке в углекислом газе, особенно проволокой сплошного сечения, которая не отличается высокой стабильностью горения дуги, уровни звукового давления в зависимости от режима сварки могут быть больше допустимых значений.

Разбрызгивание металла при сварке в углекислом газе проволокой сплошного сечения достигает 15 %, при использовании покрытых электродов и порошковых проволок существенно меньше, и отсутствует совсем при сварке под флюсом. Брызги, искры и выбросы расплавленного металла и шлака, при отсутствии средств защиты, могут стать причиной ожогов кожных покровов, травмирования органов зрения, а также повышают опасность возникновения пожаров.

Опасным для жизни человека считается напряжение более 42 В переменного и 110 В постоянного тока для помещений сварочных цехов и 12 В для особо опасных условий (сырые помещения, замкнутые металлические объемы и т. п.). Однако эти значения напряжения являются весьма условными, поскольку

опасность поражения электрическим током существенно зависит от индивидуальных особенностей организма и окружающих условий. Наличие даже малых количеств алкоголя в крови резко снижает электрическое сопротивление тела человека. Мокрая или потная кожа имеет во много раз большую электропроводность, повышающая тем самым опасность поражения током.

Статические и динамические физические нагрузки у сварщиков при ручной и полуавтоматической сварке вызывают перенапряжение нервной и костно-мышечной систем организма. Статические нагрузки зависят от массы сварочного инструмента (электрододержателя, шлангового держателя полуавтомата, газовой горелки со шлангами), гибкости шлангов и проводов, длительности непрерывной работы и поддержания рабочей позы (стоя, сидя, полусидя, стоя на коленях, лежа на спине). Наибольшие физические нагрузки ощущаются при выполнении сварочных работ полусидя и стоя, при сварке в потолочном положении или лежа на спине в труднодоступных местах.

Динамическое перенапряжение связано с выполнением тяжелых вспомогательных работ: доставка на рабочее место заготовок, сварочных материалов, подъем и переноска приспособлений, поворот свариваемых узлов. Такие нагрузки приводят к утомляемости сварщиков и ухудшению качества сварных швов.

Следует отметить, что кроме указанных в таблице 1.1 опасных и вредных факторов, при электродуговых процессах отмечается ионизация воздуха рабочей зоны с образованием ионов обеих полярностей. Причиной этого являются электрическая и термическая ионизация в результате электродугового процесса, а также воздействие ультрафиолетового излучения дуги на воздух. Повышенная или пониженная концентрация отрицательно или положительно заряженных ионов в воздухе рабочей зоны также может оказывать неблагоприятное действие на самочувствие и здоровье работающих.

При дуговой сварке в защитных газах дополнительно появляются опасные факторы (системы, находящиеся под давлением – баллоны с защитным газом), которые могут стать причиной взрывов.

Требования к технологическому процессу сварки. Сварка изделий средних и малых размеров в стационарных условиях должна производиться в специально оборудованных кабинах. Свободная площадь в кабине на один сварочный пост должна быть не менее 3 м² (ГОСТ 12.3.003-86). Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м. Не допускается проведение сварки при неработающей местной вытяжной вентиляции.

Размещение постов аргонодуговой сварки должно исключать возможность утечки и проникновения защитного газа в смежные и расположенные ниже помещения.

Стационарные посты сварки должны быть оборудованы местными отсосами. Объем удаляемого воздуха для стандартного сварочного стола от одного поста следует принимать не менее $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$, причем скорость всасывания в точке сварки должна быть не менее $0,2 \text{ м/с}$. При сварке внутри закрытых и труднодоступных пространств следует удалять переносными воздухоприемниками от одного поста не менее $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха.

Воздухоприемники, встроенные в сварочное оборудование, должны удалять из зоны сварки воздух:

- при полуавтоматической сварке в CO_2 на токах $250\text{--}500 \text{ А}$ – не менее $50 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- при автоматической сварке в CO_2 – не менее $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха. При этом скорость всасывания при сварке в инертных газах и смесях должна быть не более $0,3 \text{ м/с}$, а при сварке в активных газах и смесях активных газов с инертными – не более $0,5 \text{ м/с}$.

Сварка в замкнутых и труднодоступных пространствах должна производиться по наряду-допуску на особо опасные работы при выполнении следующих условий:

- установки контрольных постов для наблюдения за сварщиками;
- наличия люка (люков) для прокладки коммуникаций и эвакуации работающих;
- непрерывной работы местной вытяжной вентиляции и средств, исключающих накопление вредных веществ в воздухе выше предельно допустимых концентраций и содержания кислорода менее 19% (по объему);
- наличия в сварочном оборудовании устройства прекращения подачи защитного газа при выключении напряжения в сварочной цепи;
- наличия ограничителя напряжения холостого хода при ручной дуговой сварке переменным током (ограничитель, выполненный в виде приставки, должен быть заземлен отдельным проводником).

Примечание. Замкнутыми пространствами (помещениями) считаются пространства, ограниченные поверхностями, имеющие люки (лазы), с размерами, препятствующими свободному и быстрому проходу через них работающих и затрудняющими естественный воздухообмен; труднодоступными пространствами (помещениями) следует считать такие, в которых ввиду малых размеров затруднено выполнение работ, а естественный воздухообмен недостаточен.

Работа в замкнутых или ограниченных пространствах производится сварщиком под контролем наблюдающего с квалификационной группой по технике

безопасности II и выше категорий, который должен находиться снаружи. Сварщик должен иметь предохранительный пояс с канатом, конец которого находится у наблюдающего.

Перед сваркой сосудов, в которых находились горючие жидкости и вредные вещества, должна быть произведена их очистка, промывка, просушка, проветривание и проверка отсутствия опасной концентрации вредных веществ в соответствии с ПТЭ и ПТБ, утвержденных Главгосэнергонадзором.

При сварке материалов, обладающих высокой отражающей способностью (алюминия, сплавов алюминия, сплавов на основе титана, нержавеющей стали), для защиты электросварщиков и работающих рядом от отраженного оптического излучения следует экранировать сварочную дугу встроенными или переносными экранами и по возможности экранировать поверхности свариваемых изделий.

Если в свариваемом металле имеются цинк, медь, свинец или бронза, то газовая сварка сопровождается выделением большого количества вредных паров и газов. В этих случаях газосварщик должен пользоваться фильтрующими или шланговыми противогазами с забором чистого воздуха.

При сварке торированными электродами необходимо выполнять требования основных санитарных правил при работе с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений и санитарных правил при сварке, наплавке и резке металлов, утвержденных Минздравом.

Операции по заточке торированных электродов должны производиться на заточных станках, установленных в отдельных помещениях и оборудованных местными отсосами. Абразивная пыль должна собираться в закрываемые металлические емкости и удаляться в сборник твердых радиоактивных отходов. Дозиметрический контроль при работе торированными электродами проводится в соответствии с основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, утвержденными Минздравом.

Подача защитного газа при сварке торированными электродами должна прекращаться только после остывания конца торированного электрода спустя 20–30 с по окончании сварки.

Эксплуатация баллонов, контейнеров, со сжиженным газом и рамп должна осуществляться в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденными Госгортехнадзором.

При выполнении автоматической сварки на установке, сварочная головка которой расположена на высоте более 1,6 м от уровня пола, должна быть предусмотрена рабочая площадка для оператора. Площадка должна иметь неэлектропроводное покрытие и ограждение в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.059-89.

Требования к производственным помещениям. Производственные помещения для проведения электросварочных работ должны отвечать требованиям действующих строительных норм и правил, санитарных норм проектирования промышленных предприятий, утвержденных Госстроем и правил устройства электроустановок. Стены и оборудование цехов (участков) электросварки необходимо окрашивать в серый, желтый или голубой тона с диффузным (рассеянным) отражением света.

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

Производственные помещения должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией, соответствующей строительным нормам и правилам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Воздухообмены следует рассчитывать на разбавление вредных веществ, неуловленных местными вытяжными устройствами, до уровней ПДК в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88, перечнями ПДК, санитарными нормами, строительными нормами и правилами, утвержденными Минздравом и Госстроем России.

Подачу приточного воздуха следует осуществлять в рабочую зону непосредственно или наклонными струями в направлении рабочей зоны. Возможно использование сосредоточенной подачи через регулируемые воздухо-распределители. В сборочно-сварочных цехах следует предусматривать воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией. Дополнительно в случае необходимости следует использовать воздушно-отопительные агрегаты.

Естественное и искусственное освещение сварочных, сборочно-сварочных цехов, площадок и рабочих мест должно быть организовано в соответствии со строительными нормами и правилами естественного и искусственного освещения, утвержденными Госстроем и отраслевыми документами. Освещение при выполнении сварки внутри замкнутых и труднодоступных пространств (котлов, отсеков, цистерн) должно осуществляться наружным освещением светильниками направленного действия или местным освещением ручными переносными светильниками с напряжением не более 12 В. При этом освещенность рабочей зоны должна быть не менее 30 лк.

При интенсивности теплового облучения работающих, превышающей санитарные нормы микроклимата производственных помещений, следует предусматривать специальные средства защиты (экранирование источника, воздушное душирование, средства индивидуальной защиты и др.).

Оглавление

Введение	3
Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА	5
1.1. Организация сварочных работ	5
1.2. Рабочее место сварщика. Сварочное оборудование	7
1.3. Безопасность труда при выполнении сварочных работ	13
1.4. Методы контроля качества (виды дефектов) сварочных работ	29
1.4.1. Дефекты соединений при сварке металлов плавлением	29
1.4.2. Контроль качества сварных соединений	59
Глава 2. СВАРИВАЕМОСТЬ МЕТАЛЛОВ	75
2.1. Общая характеристика видов и способов сварки	75
2.1.1. Сущность процесса сварки	75
2.1.2. Классификация сварки	77
2.1.3. Способы сварки	78
2.2. Свариваемость черных металлов и сплавов	88
2.2.1. Металлургические процессы при сварке плавлением	88
2.2.2. Свариваемость и причины возникновения трещин в стали	97
2.2.3. Особенности сварки черных металлов и сплавов	100
2.2.4. Особенности сварки разнородных сочетаний сталей	109
2.2.5. Свариваемость и особенности сварки чугуна	114
2.3. Свариваемость цветных металлов и сплавов	124
2.4. Сварные соединения и швы	131
2.4.1. Требования к сварным соединениям	131
2.4.2. Виды соединений	133
2.4.3. Типы сварных швов	151
2.4.4. Геометрические параметры сварных швов	162
2.4.5. Подготовка и сборка деталей под сварку	166
Глава 3. ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА	176
3.1. Безопасность труда при электродуговой сварке	176
3.2. Источники питания сварочной дуги	182
3.2.1. Общие сведения	182
3.2.2. Сварочные трансформаторы	202
3.2.3. Сварочные выпрямители	206
3.2.4. Резонансные источники питания	210
3.2.5. Сварочные инверторы	211
3.2.6. Сварочные генераторы	212
3.3. Вспомогательные устройства для электросварки	215

3.4. Электроды для ручной электродуговой сварки и наплавки	219
3.4.1. Характеристика электродов	219
3.4.2. Покрытие электродов	222
3.4.3. Условное обозначение и характеристики покрытых электродов	227
Заключение	234
Список литературы.....	235